

A formação ética nos cursos de engenharia em Portugal: contributos para a repensar numa perspetiva do bem comum

Maria de Fátima Coelho Monteiro

Tese apresentada à Faculdade de Psicologia e de Ciências da Educação da
Universidade do Porto, para obtenção do grau de Doutor em Ciências da
Educação, sob orientação da Professora Doutora Carlinda Leite e da
Professora Doutora Cristina Rocha

2018

Agradecimentos

Agradeço à Professora Doutora Carlinda Leite e à Professora Doutora Cristina Rocha pela orientação, paciência, incentivo e apoio. Sem as suas preciosas ajudas, este trabalho não teria sido possível.

Agradeço aos professores da FPCEUP que durante o Mestrado em Educação e Formação de Adultos e no PDCE me ajudaram a descobrir esta fascinante área das Ciências da Educação.

Quero também agradecer aos meus alunos do ISEC, por me terem proporcionado o despertar para a importância e necessidade da formação ética dos estudantes dos cursos de engenharia, e por terem colaborado nos meus estudos sobre a dimensão prática da formação ética. São os estudantes que dão sentido a este estudo.

À minha amiga Rita Pereira, pelo seu apoio e incentivo.

Aos meus queridos pais, irmãs e sogros, por me apoiarem durante estes anos.

E, de um modo mesmo muito especial, ao meu querido marido e às minhas queridas filhas, pelo seu incomensurável apoio, ajuda e paciência. Sem o seu apoio e a sua presença amorosa não teria sido capaz.

*“A minha alma glorifica o Senhor
E o meu espírito se alegra em Deus, meu Salvador.
Porque pôs os olhos na humildade da sua serva
(...)*

*O Senhor fez em mim maravilhas:
Santo é o seu nome!”*

Lucas 1:46-55(adap)

A formação ética nos cursos de engenharia em Portugal: contributos para a repensar numa perspetiva do bem comum

Resumo

O papel que a tecnologia desempenha na contemporaneidade, e que se prevê desempenhar no futuro, alerta para a importância de uma reflexão crítica e ética sobre a sua evolução, uso e impactos. Neste contexto considerou-se pertinente analisar o que se passa na formação em engenharia pelo determinante papel que este domínio do saber tem na evolução da tecnologia, e deste modo na construção social e ambiental do presente e do futuro. Pretendeu-se saber se está a ser promovida uma formação ética e reflexiva dos estudantes dos cursos de engenharia, que abranja o debate e a análise crítica sobre o papel da tecnologia e da engenharia quer no presente, quer na construção que no presente se faz do futuro.

Neste enquadramento, a presente investigação teve por objetivo indagar como é que as instituições de ensino superior portuguesas que lecionam cursos de engenharia contemplam a formação ética dos seus estudantes e integram o debate sobre o papel da engenharia no presente e no futuro. O processo de investigação organizou-se em três fases: análise das *missões* das instituições portuguesas que lecionam cursos de engenharia; análise dos *currículos* dos cursos de engenharia; análise *das fichas das unidades curriculares* que, nestes cursos, contemplam uma formação ética. O processo de investigação originou a produção de vários estudos que deram lugar a artigos, três dos quais constituem o fio condutor do trabalho aqui presente.

Os resultados evidenciam que as instituições de ensino de engenharia centram as suas missões numa perspetiva de serviço ao sector económico, que a formação ética dos estudantes de engenharia ainda não é largamente reconhecida como fundamental e que está pouco presente nos currículos dos cursos. Evidenciam também que o debate sobre o papel da engenharia na sociedade ainda está quase ausente da educação superior em engenharia.

Ethical training in engineering courses in Portugal: contributions to rethinking a perspective of the common good

Abstract

The role that technology plays in contemporary, and is expected to play in the future, warns of the importance of a critical and ethical reflection on its evolution, use and impacts. In this context it was considered relevant analyze what is happening in engineering education by the determining role that this domain of knowledge has in the evolution of technology, and thus in the social and environmental construction of the present and the future. The intention was to know if an ethical and reflexive education of engineering students is being promoted, covering the debate and critical analysis on the role of technology and engineering in the present, or in the construction that in the present is made of the future.

In this framework, the present research had as objective to investigate how the Portuguese higher education institutions that teach engineering courses contemplate the ethical education of their students and integrate the debate on the role of engineering in the present and in the future. The research process was organized in three phases: analysis of the missions of Portuguese institutions that teach engineering courses; analysis of curricula of engineering courses; analysis of the curricular units that contemplate an ethical education. The research process led to the production of several studies that gave rise to articles, three of which are the guiding principle of the work written here.

The results show that engineering education institutions focus their missions on a perspective of service to the economic sector, that the ethical education of engineering students is not yet widely recognized as fundamental and which is little present in the curricula of the courses. It also point out that the debate about the role of engineering in society is still almost absent from engineering higher education.

La formation éthique en ingénierie au Portugal: contributions pour la repenser dans une perspective du bien commun

Résumé

Le rôle que la technologie joue dans la contemporanéité, et devrait jouer dans le futur, met en garde pour l'importance de la réflexion critique et éthique sur son évolution, son utilisation et ses impacts. Dans ce contexte, il a été jugé pertinent d'analyser ce qui se passe dans la formation d'ingénieurs en raison du rôle déterminant que ce domaine de connaissances a dans l'évolution de la technologie, et ainsi dans la construction sociale et environnementale du présent et du futur. L'intention était de savoir si une formation éthique et réfléchie des étudiants des cours d'ingénierie est promue, qui couvre le débat et l'analyse critique sur le papier de la technologie et l'ingénierie soit dans le présent, ou dans la construction que dans le présent est fait de la futur.

Dans ce contexte, la présente recherche visait à étudier comment les établissements d'enseignement supérieur portugais qui enseignent les cours d'ingénierie intègrent le débat sur le rôle de l'ingénierie dans le présent et l'avenir et la nécessité d'une formation éthique de ses étudiants. Le processus de recherche a été organisé en trois phases: analyse des missions des institutions portugaises qui dispensent des cours d'ingénierie; analyse du curriculum des cours d'ingénierie; l'analyse des unités curriculaires qui, dans ces cours, comprennent une formation éthique. L'évolution du processus a conduit à la production de plusieurs articles, dont trois ressortent qui sont le fil conducteur du travail ici présent.

Les résultats montrent que les institutions d'enseignement de l'ingénierie centrent leurs missions sur une perspective de service au secteur économique, que la formation éthique des étudiants en génie n'est pas encore largement reconnue comme fondamentale et n'est pas présente dans les programmes des cours. Ils soulignent également que le débat sur le rôle de l'ingénierie et de la technologie dans la société est encore presque absent de l'enseignement supérieur en ingénierie.

Índice

1-A necessidade contemporânea de formação ética no ensino da engenharia	13
1.1- Grandes desafios que a humanidade enfrenta	15
1.2- O papel da tecnologia na contemporaneidade	17
1.3- O papel da engenharia e do ensino da engenharia	21
1.4- O ensino da engenharia em Portugal: percurso histórico e caracterização	24
1.5- Objetivos e metodologia	28
1.5.1. Objetivos	28
1.5.2. Enquadramento metodológico:	30
1.5.3. Desenho e passos da investigação	32
1.6- Organização da tese	37
2- Missões e omissões das Instituições de Ensino Superior que lecionam cursos de engenharia	39
2.1- Enquadramento teórico	41
2.1.1- A importância da missão assumida	42
2.1.2- Perspetivas contemporâneas sobre as missões do ensino superior	43
2.1.3- É uma missão do ensino superior promover o desenvolvimento ético dos seus estudantes?	47
2.1.4- Alguns indicadores do desenvolvimento ético dos estudantes portugueses	50
2.1.5- Argumentos contra a inclusão de formação ética no ensino superior	52
2.1.6- O que dizem os documentos europeus sobre o papel do ensino superior na formação ética e cívica dos seus estudantes?	54
2.1.7- As diferentes conceções do papel da engenharia na sociedade	57
2.2- Objetivos e Metodologia do 1º estudo	59
2.3- Apresentação do artigo	63
2.4- Reflexões sobre o contributo do artigo para a problemática em investigação	81
3- Presença e ausência de formação ética nos cursos de engenharia	85
3.1- Enquadramento teórico	87
3.1.1- A formação ética nos currículos dos cursos de engenharia	88
3.1.2- A autonomia científica e pedagógica das instituições de ensino superior	92
3.1.3- Diferentes conceções sobre o currículo	94
3.2- Objetivos e Metodologia do 2º estudo	100
3.3- Apresentação do artigo	103
3.4- Reflexões sobre o contributo da pesquisa divulgada no artigo para a investigação geral	121
4- Uma formação ética com perspetiva de futuro	125
4.1- Enquadramento teórico	127

4.1.1- O progresso e a tecnociência	127
4.1.2- A engenharia ao serviço do progresso e do desenvolvimento económico	129
4.1.3- Que tipo de formação ética é necessária numa perspetiva de futuro?	134
4.1.4- Características de uma formação que potencie o desenvolvimento ético dos estudantes de engenharia.....	143
4.2 - Objetivos e Metodologia do 3º estudo	144
4.3- Apresentação do artigo.....	147
4.4- Reflexões sobre a contribuição do estudo divulgado no artigo para a investigação geral	163
5- Reflexões finais	167
5.1- A neutralidade da engenharia.....	169
5.2- A quem serve a engenharia	173
5.3- O debate sobre o papel da engenharia nos cursos de engenharia.....	175
5.4- Perspetivas de evolução futura.....	177
Referências	179

1

A necessidade contemporânea de formação ética no ensino da engenharia

“A disciplina da engenharia, no sentido da aplicação do conhecimento e princípios científicos à satisfação das necessidades e desejos humanos, tem apenas cerca de 200 anos. Mas apesar da sua tão pequena história, a engenharia provavelmente já fez mais do que qualquer outra área do desenvolvimento humano para mudar a face do mundo material.”

(Stephan, Michael, Michael, Jacob e Anesta, 2012: 1752)

1.1- Grandes desafios que a humanidade enfrenta

Existe um largo consenso a nível científico, político e social sobre os grandes desafios que a humanidade enfrenta na contemporaneidade, mas cujas repercussões se prolongam no futuro, e dos quais a ONU (2016) destaca a sustentabilidade ambiental e a promoção da justiça social. A existência destes desafios não é nova, pois Jonas em 1979 e Dürr em 1989 já tinham alertado para a urgente necessidade de promover mudanças que garantissem a possibilidade das presentes e futuras gerações poderem ter uma vida digna e garantir a continuidade da vida sobre a Terra. Para Dürr (1999), Gore (2015) e Jonas (2015) a situação a que se chegou coloca em causa a sustentabilidade da espécie humana a médio prazo devido à sobre-exploração dos recursos terrestres, nomeadamente ao nível das energias e matérias-primas, e às consequências colaterais no frágil equilíbrio da biosfera terrestre. Embora o alarme tenha as suas raízes no risco de colocar em causa a continuação da espécie humana, muitas outras espécies animais e vegetais já foram,

entretanto, extintas e 1 em cada 6 poderão desaparecer nos próximos anos (Vaughan, 2015); a ONU estima que 65.518 espécies (Globo Natureza, 2012) estão atualmente em risco de extinção.

No entanto, pouco (mesmo muito pouco) tem sido feito no sentido de sanar ou atenuar as dramáticas consequências que se anteveem (Raworth, 2018, (Sachs, 2017). A exploração de matérias-primas e o consumo de energia tem sido sempre crescente (Gore, 2015) e, apesar do crescimento económico e respetiva sobre-exploração da Terra, a injustiça social mantém-se (Dürr, 1999; Nussbaum, 2014; Raworth, 2018), antevendo-se até a probabilidade de aumentar (Harari, 2017; Stiglitz, 2018).

Dürr (1999), Gore (2015), Felber (2017) e Raworth (2018) argumentam que a atual situação se deve ao desmesurado aumento (continuamente crescente) do crescimento económico a todo o custo. Este crescimento é sustentado, segundo Sousa (2004) e Dürr (1999), pelo aumento do consumo, que alimenta o aumento de produção, e que, por sua vez, se baseia numa desmesurada sobre-exploração dos recursos da Terra e a sua poluição. O crescimento económico é também resultado da minimização dos custos de produção (matérias primas, energia e mão de obra) e transporte, que possibilitam simultaneamente o aumento do lucro e a descida de preços, o que, por sua vez, fomenta o consumo e, como tal, a produção e os lucros (Santos, 1987).

Apesar do sistema económico ser o motor invisível (Gore, 2015; Felber, 2017; Raworth, 2018) que mantém todo este processo em contínuo crescimento, Santos (1987), Dürr (1999), Sousa (2004), Harari (2017), Norberg (2017) e Ross (2016) destacam que no cerne de todo este movimento espiral crescente está a tecnologia e o conhecimento técnico-científico. Argumentam que o conhecimento técnico-científico, que origina o rápido desenvolvimento tecnológico (Krastev, 2017) e possibilita a crescente e desmesurada sobre-exploração dos recursos terrestres, é extremamente poderoso, e que este é controlado por interesses do sector económico. Na sociedade contemporânea o desenvolvimento tecnológico é reconhecido como fonte de um poder (Wootton, 2017) que é fundamental ao desenvolvimento económico (Comissão Europeia, 2014). Por um lado, porque aumenta a produtividade e eficiência, por

outro porque contribui com uma vastidão (sempre atualizável e crescente) de equipamentos, produtos e novidades que alimentam o consumo e seduzem os consumidores na contínua ânsia de novidades (Morin, 1994; Sousa, 2004; Lipovetsky, 2013).

A evolução tecnológica, ao proporcionar o aumento da produtividade e do desenvolvimento da economia, colabora na consolidação e legitimação do sistema económico, mas é também legitimado e fomentado pelo próprio sistema (Franklin, 2017; Harari, 2017, Sachs, 2017). Para Franklin (2017) é o sistema do capitalismo industrial que, para seu benefício, instiga e financia, logo *‘trás à existência’*, o desenvolvimento tecnológico. Uma análise do crescimento económico que ocorreu nos últimos 200 anos permite constar que ele se fez à custa dos recursos naturais, e cujo alcance só foi - e é - possível com o recurso à tecnologia, pelo que o desenvolvimento tecnológico teve e tem um papel fulcral quer na devastação ambiental e na sobre-exploração dos recursos naturais (Weisman, 2008), quer nas consequências sociais do sistema económico (Sousa, 2004; Wootton, 2017; Franklin, 2017).

1.2- O papel da tecnologia na contemporaneidade

Segundo Sousa (2004), na contemporaneidade as fronteiras conceptuais entre técnica, ciência, técnico-ciência e tecnologia estão esbatidas devido à sua inter-relação e mútua dependência. Todos estes conceitos traduzem formas de intervenção e transformação da natureza (Jonas, 2015), “já que qualquer delas se orienta para um resultado útil, aqui entendido naquele sentido mais amplo que vai da melhoria das condições de vida humana às novas invenções ou descobertas, passando pelo aumento do poder de controlo e domínio sobre a natureza” (Sousa, 2004:14). Segundo este autor, a técnica enquadra o *saber-fazer* prático que proporcionava a construção de ferramentas para ajudarem as pessoas nas suas tarefas, pelo que é tão antiga como o ser humano e anterior à ciência estruturada. A ciência separava-se da técnica pois direccionava-se

para conhecimentos teóricos e abstratos que se distanciavam da utilidade imediata e prática (Dürr, 1999; Sousa, 2004). No entanto, a fusão da ciência e da técnica marcou uma profunda mudança que possibilitou que estas duas dimensões evoluíssem de forma exponencial e interdependente. O termo tecnologia resulta desta fusão e traduz o estudo e a teoria sistemática e organizada sobre as técnicas, instrumentos e processos associados com a atividade humana (Sousa, 2004). Como a evolução tecnológica beneficia e resulta da evolução científica, e esta depende e beneficia da evolução tecnológica, a terminologia tecnociência traduz esta fusão e interdependência. Para Sousa (2004), Dürr (1999) e Jonas (2015), a tecnologia (enquanto um fim e enquanto um meio) resulta de uma criação e de um uso intencional, aos quais estão associados valores, que devem ser alvo de análise ético-reflexiva.

Não obstante os muitos contributos positivos que o desenvolvimento tecnológico trouxe à humanidade (Norberg, 2017; Domingos, 2017, Franklin, 2017), muitas vezes se levantam questionando e refletindo sobre as diversas facetas do papel da tecnologia na sociedade contemporânea e nas sociedades futuras, alertando para os potenciais riscos de não se refletir e definir limites (Habermas, 1994; Sousa, 2004; Jonas, 2015; Beck, 2016; Harari, 2017; Leonhard, 2017). Se não se fizer uma reflexão profunda, alertam Kranzberg (1986), Sousa (2004), Weisman (2008), Jonas (2015) e Harari (2017), a tecnologia continuará a ser uma poderosa força nas mãos do poder económico, cuja utilização pode levantar questões éticas e de justiça social, e cujo descontrolo pode também colocar em causa o futuro da humanidade (Jonas, 2015; Harari, 2017; Sachs, 2017), bem como da vida sobre a Terra (Weisman, 2008; Jonas, 2015; Bauman, 2017). Para Sachs (2017: 20) a história evidencia que “os avanços tecnológicos muitas vezes têm efeitos secundários negativos, mesmo quando os seus efeitos diretos são extremamente positivos”.

No entanto, o desenvolvimento tecnológico não se limita a ser o motor da economia, pois os seus efeitos fazem-se também sentir a nível social, moldando o dia-a-dia individual e coletivo (Sachs, 2017), os hábitos, os conceitos, as relações inter e intrapessoais e até a ética e moral individual e coletiva (Habermas, 1994; Carvalho, 2000; Sousa, 2004). A sua presença nas sociedades contemporâneas dos países desenvolvidos tornou-se de tal modo

dominante que Postman (2002) considera que, para estas sociedades, a tecnologia se tornou o seu *deus*. Nesta perspectiva, o autor argumenta que a tecnologia não só é vista como inquestionável e fonte de todo o bem, como são excluídos todos os que a ela não aderirem.

O poder da tecnologia abarca também um elevado nível de interferência na vivência social e individual no presente e (previsivelmente) no futuro. Esta interferência tem alterado os comportamentos e as concepções individuais e coletivas, bem como as relações entre as pessoas e entre estas e a natureza (Jonas, 2015). Diversos autores preveem que a fusão tecnológica com o ser humano levará à criação dos tecno-humanos (Leonhard, 2017) e que tal será o culminar desta interferência da tecnologia na vida do ser humano.

Se para uns autores (Diamandis, 2015) este é um objetivo natural, inevitável e desejável, para outros (Leonhard, 2017; Harari, 2017) a tecnologização do ser humano levará à extinção da humanidade ou à sua escravização pela nova “raça” dos “homo-deuses” tecno-humanos. Mesmo colocando a hipótese deste objetivo não poder ser alcançado a médio prazo, coloca-se a questão do investimento que é feito e do papel que a humanidade deseja que a tecnologia tenha no futuro. Perante tal, diversos autores (Sousa, 2004, Jonas, 2015; Leonhard, 2017; Harari, 2017) salientam que é imprescindível equacionar o papel que a tecnologia tem no presente e poderá ter no futuro, que construímos a partir do presente, debatendo e refletindo de forma crítica e ética e almejando o bem comum da humanidade entendido como o conjunto de condições que proporcionam o bem-estar de todos os membros da comunidade humana, mas também como o resultado de felicidade e bem estar que daí resulta (Arjoon, Turriago-Hoyos & Thoene, 2018).

Refira-se, no entanto, que nem todos os autores defendem este posicionamento cauteloso perante o desenvolvimento tecnológico. Ross (2016), Norberg (2017), Ganascia (2018) e Brooks (2018) consideram que o desenvolvimento tecnológico é um bem em si mesmo e que os receios são um exagero, pois os benefícios superam os malefícios potenciais: “a tecnologia ajudou a alimentar muito mais pessoas do que ajudou a matar” (Franklin, 2017: 289). Nesta linha, Kurzweil (2000) considera que é mesmo desejável alcançar o

novo ser tecno-humano e que com isso o ser humano se libertará das facetas negativas e limitações da sua condição humana, numa evolução ‘natural’ (Leonhard, 2017). Ganascia (2018), por outro lado, refere que não se justifica o medo da tecnologia porque não é expectável que se consigam alcançar os objetivos pretendidos a curto ou médio-prazo. Este facto justifica, para este autor, que não se lance medos e desconfiança da tecnologia, que o autor vê essencialmente como positiva e muito promissora na simplificação da vida do ser humano. Contudo, a análise destes autores é simplicista: baseia-se essencialmente na perspetiva da evolução tecnológica como ‘natural’ e um inquestionável bem em si mesmo (Ferry, 2016); recorre ao seu papel no crescimento económico e no seu possível impacto na eliminação das fragilidades e limites do ser humano (que são vistas como nocivas), nomeadamente ao nível da eliminação do esforço físico e trabalho, das doenças, da dimensão emocional e da morte. Em síntese, esta tensão carece de ser identificada e debatida. Perante tal contexto, Sousa (2004), Jonas (2015) e Beck (2016) argumentam que o debate e a reflexão crítica e orientada pela ética parecem ser o caminho imprescindível para equacionar o papel da tecnologia e garantir que o seu grande poder é usado em benefício do bem comum da humanidade.

Para uns, o que orienta a evolução tecnológica é uma “grande lotaria, determinado pela sorte ou pelo génio de certos inventores e cientistas” (Sachs, 2017:21) movidos pela ideologia do progresso tecnológico (Dubreuil, 2007); para outros, é apenas a lei da procura do mercado e os interesses económicos (Sachs, 2017; Harari, 2017). Mas Sach (2017) e Riley (2008) defendem que é necessário que a evolução tecnológica seja reconhecida como um importante poder que deve ser orientado pelo ser humano e direcionado para o bem comum. Neste contexto, reconhecendo-se os extraordinários benefícios que a tecnologia possibilitou e poderá possibilitar ao desenvolvimento da humanidade, mas também as suas consequências nefastas e perigosas, justifica-se o estudo que realizámos na intenção de contribuir para trazer à reflexão académica o debate sobre o papel da tecnologia no presente e no futuro.

1.3- O papel da engenharia e do ensino da engenharia

Perante os desafios que a humanidade enfrenta, a ONU (2016) destaca a importância do papel da educação na sua resolução (UNESCO, 2017). Deste repto lançado pela ONU, não se deve excluir o ensino superior, que, pelo acesso privilegiado que tem ao saber técnico-científico e socio-humanista, e pelo papel que tem na sua transmissão às novas gerações, é um elemento imprescindível à procura de soluções (Raworth, 2018) e na promoção do debate sobre o papel da tecnologia na sociedade contemporânea e futura. Nesta perspetiva, o ensino superior é um dos guardiões que detém e difunde o poderoso poder do conhecimento técnico-científico (Habermas, 1994), e como tal é corresponsável pelo uso que é feito do poder da tecnologia e pela procura de soluções éticas que orientem o seu uso para o bem comum (Sousa, 2004). Esta corresponsabilidade é ainda acrescida pelo facto do ensino superior ser responsável pela formação dos profissionais que fazem o uso prático do conhecimento técnico-científico, nomeadamente engenheiros/as.

Nos alicerces da evolução tecnológica estão os profissionais que convertem o conhecimento científico em tecnologia passível de ser comercializada (Dürr, 1999). Entendendo a engenharia como a atividade de aplicação do conhecimento científico na construção de engenhos técnicos que satisfaçam as necessidades e desejos humanos (Stephan, Michael, Michael, Jacob & Anesta, 2012), há que reconhecer que ela se destaca na produção e evolução da tecnologia: “Os cientistas pensam; os engenheiros fazem”, referem Stephan, Michael, Michael, Jacob & Anesta (2012: 1752). Neste contexto, a engenharia, ao converter o conhecimento técnico-científico em tecnologia usável, é fundamental na evolução da tecnologia e, como tal, desempenha um papel predominante na sociedade contemporânea e na construção do futuro (Johnston, Lee e McGregor 1996). Para Rego & Braga (2014) assim como para Stephan, Michael, Michael, Jacob & Anesta (2012), a engenharia é a atividade profissional com maior impacto nas sociedades contemporâneas e até no futuro. Contudo, este impacto esconde-se pela naturalização com que a presença da tecnologia é encarada pela sociedade contemporânea, de modo que a sociedade tem pouca consciência da presença e influência da ação da

engenharia. Por outro lado, Rego e Braga (2014) consideram que a própria engenharia tem pouca consciência dos impactos da sua ação.

É um facto que a ação da engenharia potenciou a melhoria das condições de vida de determinadas populações impulsionando o rápido desenvolvimento da humanidade nos últimos séculos (Norberg, 2017), mas a sua ação resultou também em facetas extremamente negativas e destruidoras, nomeadamente ao nível ambiental e militar. Perante tal, para Rego e Braga (2014) é urgente que os profissionais da área da engenharia usem o seu conhecimento de forma ética, responsável, em benefício do bem comum e em respeito pela natureza, sendo para isso imprescindível promover a consciência dos impactos da sua ação e o desenvolvimento ético.

Ehrlich (2000) também considera que, para salvaguardar o futuro da humanidade, o ensino superior deve ensinar a usar os conhecimentos que ensina para o bem comum. Neste sentido, Rego e Braga (2014: XVIII) defendem que é imprescindível propiciar formação e reflexão que proporcione “aos engenheiros uma visão mais apurada dos modos como podem cumprir responsabilmente o compromisso perante a sociedade em que se inserem”. Para tal, defendem a necessidade de incluir formação ética que potencie o uso benéfico para a humanidade das potencialidades que os saberes da engenharia possibilitam.

Contudo, tradicionalmente os cursos das áreas das ciências *exatas* (Santos, 2010a), nomeadamente engenharia, não incluíam formação ética e moral porque eram considerados como moralmente neutros (Dürr, 1999; Ehrlich, 2000). Apesar da consciência cada vez mais aumentada de que vivemos numa era onde impera o risco (ambiental, alimentar, militar, humanitário, etc), esta conceção da engenharia como uma atividade neutra ainda se perpetua na atualidade. Nesta perspetiva, o papel reconhecido do engenheiro/a circunscreve-se ao nível técnico, pelo que o ensino da engenharia se limita à promoção do saber técnico-científico. No entanto, Ehrlich (2000) salienta que a aparente neutralidade resultava do facto de não serem tidos em conta os meios e dos fins para que o conhecimento técnico-científico poderá ser - e é - usado na prática, nem não abrange o reconhecimento do vasto e potencial alcance da

ação da engenharia e da tecnologia (social, político, económico e ambiental) (Dürr, 1999).

Tendo por base os potenciais efeitos quer benéficos quer nefastos do uso do conhecimento técnico-científico e o impacto da engenharia na sociedade contemporânea, também para Riley (2008), Silva (2006), Didier & Derouet (2013), Nussbaum (2014), Rego & Braga (2014), e Jamisson, Kolmos & Holgaard (2014) é urgente fortalecer o desenvolvimento ético dos estudantes de engenharia por forma a direcionar a sua ação para a melhoria da sociedade, no respeito pelo ser humano e pela natureza. Acresce que, de acordo com Noble (1977: 324) “mesmo que os engenheiros continuem a acreditar que servem a sociedade como um todo (...) na realidade eles servem apenas a classe dominante da sociedade”, opinião que é partilhada por outros autores (Riley, 2008; Nussbaum, 2014). Para tal mudança é necessário que a engenharia reconheça as diversas facetas das influências e consequências da sua ação e reflita ética e criticamente sobre qual o seu desejável papel no presente e no futuro em prol do bem comum da humanidade (Ehrlich, 2000; Schexnayder e Anderson, 2011; Allenby, 2011; Didier e Derouet, 2013; Conlon, 2013; Jamisson, Kolmos e Holgaard, 2014; Nussbaum, 2014; Clemente, Vieira e Tschimmel, 2016). Este aspeto torna-se ainda mais vital na contemporaneidade, tendo em conta o já mencionado e vasto campo da sua ação e a forma como esta molda e interfere com a vida individual e coletiva, presente e futura.

Para Santos (2012), a existência de múltiplas possibilidades para a ação, quer na relação com os outros, quer na relação com os objetos e a natureza, implica a reflexão sobre qual a escolha a seguir, escolha esta que resulta do exercício do poder e liberdade humana. Como argumenta, o ser humano precisa “de pontos de orientação que lhe permitam encontrar um rumo (...) precisa de critérios de escolha que lhe permitam optar por determinadas ações em detrimento de outras” (Santos, 2012:55). É este o lugar da ética, entendida enquanto reflexão filosófica sobre a moral. A moral, segundo Santos (2015) e La Taille (2006), é o conjunto dos valores e normas que regulam o comportamento de uma sociedade, orientando assim os critérios de escolha e a ética é a “reflexão explícita, teórica, racional e argumentada sobre as normas

morais e sobre as formas de vida” (Santos, 2012: 53). Neste sentido, a reflexão ética deverá estar no alicerce da reflexão e fundamentação que conduz à escolha da ação: como devo agir e porquê?

Para Santos (2012), e em sintonia com Jonas (2015), o desenvolvimento e uso da técnica é um dos exemplos contemporâneos que, pelos potenciais efeitos positivos e negativos que causa no presente, ou pode causar no futuro, requer a sua reflexão ética e portanto a reflexão e fundamentação sobre as escolhas e o rumo a seguir. Neste contexto, e tendo em conta as considerações atrás tecidas, a reflexão ética deverá ser um dos alicerces que fundamente e oriente a ação dos engenheiros/as, e como tal se defende no presente estudo que deverá ser uma das vertentes da sua formação durante o ensino superior.

1.4- O ensino da engenharia em Portugal: percurso histórico e caracterização

Em Portugal, segundo Matos e Diogo (2002) e Guerra (1986), o ensino formal da engenharia começou no século XVII com a criação da Aula de Artilharia e de Esquadilha (1641) e da Aula de Fortificação e Architectura Militar, (1647), que mais tarde iria dar origem à Academia Militar. Constata-se assim uma estreita ligação da génese do ensino da engenharia em Portugal ao meio militar (Guerra, 1986). Só no século XIX, com a criação das Escolas Politécnicas de Lisboa e do Porto (séc. XIX), se iniciou em Portugal o ensino superior não militar em engenharia, e como tal designado por *civil*. O ensino da engenharia *civil* foi bastante influenciado pelo modelo de formação de engenheiros da *École Polytechnique* francesa (Matos e Diogo, 2002), que era militar. No início do séc. XX as Escolas Politécnicas de Lisboa e do Porto foram integradas nas Universidades de Lisboa e do Porto, nessa altura criadas, dando-se assim origem à formação de engenharia no ensino universitário (Azevedo, 2013).

A Academia Politécnica do Porto (criada em 1837), segundo Azevedo (2013:2), “foi a primeira Escola Superior em Portugal estabelecida com a missão de

formar engenheiros ‘civis’, designação adotada à época por oposição a engenheiros ‘militares’.” Contudo, embora se tenha dado início à separação da formação militar e da formação civil na engenharia, Matos e Diogo (2002:26) salientam que “apesar das sucessivas modificações curriculares, mais ou menos profundas, e de várias tentativas para separar as formações em engenharia militar e civil, a simbiose entre as duas áreas, no plano académico, manter-se-á até à República”. Em 1911, com a criação do Instituto Superior Técnico e da Faculdade de Ciências e Escola de Engenharia (futura Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto), a engenharia civil se separou claramente da engenharia militar. O ensino da engenharia ao nível do sistema universitário permaneceu fiel ao modelo de formação da *École Polytechnique* francesa, promovendo uma formação longa (5 anos) e de forte carácter científico.

O ensino politécnico teve origem nas escolas comerciais e industriais que formavam profissionais e técnicos com uma qualificação de nível médio tendo algumas destas escolas sido convertidas em instituições de ensino superior no fim do séc. XIX, formando, no ramo da engenharia, engenheiros auxiliares (Rodrigues, 1999). Estes profissionais eram hierarquicamente dependentes dos engenheiros formados pelas instituições de ensino universitário (Santos, 2011). Ao contrário do sistema universitário, o ensino politécnico seguiu o modelo inglês de formação de engenheiros, que se caracterizava por ser de curta duração e com uma forte componente técnica e prática (Silveira, 2005). Desde 1973 (Lei 5/73 de 25 de Julho) o ensino superior em Portugal encontra-se concebido em 2 subsistemas: o Ensino Politécnico e o Ensino Universitário, sendo os cursos de engenharia lecionados pelos 2 subsistemas de ensino superior. No entanto só após 1974 é que este sistema de ensino se passou a designar como Ensino Politécnico e que foram criados o Instituto Superior de Engenharia de Lisboa, do Porto e de Coimbra, que passaram a formar engenheiros técnicos. Refira-se ainda que a legislação da primeira década deste séc. XXI (Lei nº 49/2005 de 30 de Agosto) reserva a investigação e a criação de conhecimento para o ensino universitário, atribuindo ao ensino politécnico a investigação aplicada e direccionada para a resolução prática de problemas e a preparação para o exercício profissional.

A orientação do ensino politécnico para a formação profissional é também reforçada pela legislação que define o Regime Jurídico das Instituições de Ensino Superior (Lei nº 62/2007 de 10 de setembro), em que se justifica a existência do ensino superior politécnico com base na procura por estudantes dos cursos vocacionais de orientação profissional. Também esta lei reserva ao ensino universitário a promoção de uma profunda formação científica e de competências de investigação, e ao ensino politécnico uma formação vocacional, de orientação profissional que corresponda a uma formação técnica avançada.

Desde a sua génese que o ensino universitário lecionava cursos de engenharia de longa duração (licenciaturas de 5 anos) e o ensino politécnico lecionava cursos de engenharia de curta duração (bacharelatos de 3 anos). No entanto, com a adequação ao processo de Bolonha (2007) esta distribuição deixou de ser tão clara. Atualmente, isto é, à data de 2018, as instituições de ensino universitário podem lecionar cursos de curta duração (licenciatura de 3 anos), cursos de especialização (Mestrado de 2 anos), e cursos de longa duração (Mestrado integrado de 5 anos), enquanto o ensino politécnico só pode lecionar cursos de curta duração (licenciatura de 3 anos) e cursos de especialização (Mestrado de 2 anos). Assim, os dois modelos de formação de longa e de curta duração, inspirados no modelo francês e inglês, respetivamente, persistem no ensino superior em Portugal, mas já não se limitam só à tradicional divisão entre sistema universitário e sistema politécnico.

O facto das universidades optarem por lecionar também cursos de curta duração fez aumentar o leque de oferta de cursos cujas características estão associadas com o modelo inglês de formação de engenheiros/as, em detrimento dos cursos baseados no modelo francês (de longa duração e de carácter científico). Assim, dos 184 cursos de engenharia lecionados em Portugal (ensino público, não militar) em 2016/2017, só 58 são de longa duração (Mestrado Integrado). No entanto, uma análise dos cursos em funcionamento permitiu constatar que as universidades que lecionam cursos de engenharia de curta duração (3 anos) em maior número são as universidades que têm uma origem mais recente, sendo que as mais antigas instituições de ensino universitário de engenharia em Portugal permaneceram com a maioria

dos cursos de engenharia de longa duração (predominantemente baseados no modelo francês da *École Polytechnique*).

Para além das diferenças até aqui mencionadas, no ensino politécnico tem-se assistido a uma aproximação ao modelo do ensino universitário de engenharia, resultando numa diminuição da componente prática e profissional (por exemplo, dos estágios profissionais) dos cursos e um aumento da formação teórica e científica. Esta aproximação ocorreu também ao nível do corpo docente, sendo dada prioridade ao regime de exclusividade e à aquisição dos mesmos graus académicos que são exigidos aos professores do ensino universitário (ECDESP, 2010). Tal como acontece no subsistema universitário, também a investigação e a produção científica passaram a constituir uma meta das instituições de ensino politécnico, acentuando-se o decréscimo de profissionais com experiência prática industrial.

É ainda importante ter em conta as particularidades culturais, históricas e organizacionais de cada um dos subsistemas. Neste sentido, importa lembrar que as universidades são instituições que historicamente agrupam diferentes áreas do saber, nomeadamente humanidades, ciências, engenharias/tecnologias, ciências médicas, ciências sociais e humanas e artes. É também frequente que as universidades tenham uma forte componente histórica de investigação científica e de dinamização económica e cultural. Por outro lado, o ensino politécnico é historicamente mais recente e agrega essencialmente escolas na área da educação, contabilidade e administração, enfermagem/saúde e engenharia. O seu papel cultural é historicamente menos expressivo do que o das universidades (quando os dois coexistem) e, em alguns casos, quase não se fez notar.

Não obstante a aproximação feita entre os dois subsistemas, as suas diferentes origens, atribuições legais e características atuais impõem, para além da análise do global do ensino da engenharia em Portugal, a análise destes subsistemas em separado e de modo comparativo, embora esse não seja o objetivo do estudo a que se reporta a tese aqui presente.

1.5- Objetivos e metodologia

Pelas razões referidas nos pontos anteriores, consideramos importante debater-se o papel da engenharia e da tecnologia no presente e no futuro, bem como ultrapassar a visão tradicional da neutralidade da engenharia. Essa situação, estamos em crer, levaria ao reconhecimento de ser promovida a formação ética dos estudantes dos cursos de engenharia. Apesar da engenharia ter um impacto humano, social e ambiental inquestionável, não encontramos investigações que estudassem a necessidade de formação ética e cívica, ou a sua presença (ou ausência) nos currículos dos cursos de engenharia portugueses (Monteiro, 2018). Também não encontramos estudos sobre as concepções do papel da engenharia na sociedade contemporânea ou futura, relativos ao ensino da engenharia em Portugal (Monteiro, 2018). Esta situação evidencia uma lacuna neste domínio, que justifica a presente investigação.

1.5.1. Objetivos

Tendo por referência as razões atrás enunciadas, o estudo a que este trabalho se reporta sobre a formação dos estudantes de Engenharia, quer no ensino universitário quer no ensino politécnico, pretendeu responder à seguinte pergunta:

- Como é que as instituições de ensino superior portuguesas que lecionam cursos de engenharia contemplam a formação ética dos seus estudantes e integram o debate sobre o papel da engenharia no presente e no futuro?

Para responder a esta questão impôs-se identificar e analisar a concepção que as instituições de ensino superior (que lecionam cursos de engenharia) têm sobre o papel que a engenharia desempenha na sociedade, quer no presente, quer no futuro, nomeadamente na sua relação com a formação ética dos seus estudantes.

Interessou-nos conhecer o papel que as instituições de ensino superior de engenharia expressam na enunciação da sua *missão oficial*, (Ozdem, 2011); bem como se nas suas missões, incorporam concepções sobre o papel da engenharia na sociedade e, como tal, sobre a formação que consideram que os diplomados necessitam (Jamisson, Kolmos & Holgaard, 2014). Assim, a questão central da investigação dividiu-se em três subquestões:

- 1- que obrigações assumem na sua missão oficial as instituições de ensino superior que lecionam cursos de engenharia em Portugal?
- 2- que concepções sobre o papel da engenharia na sociedade estão presentes nas missões das instituições de ensino superior que lecionam cursos de engenharia em Portugal?
- 3- as instituições de ensino superior que lecionam cursos de engenharia em Portugal reconhecem a necessidade, e como tal o dever /missão, de proporcionar formação ética aos seus estudantes?

Considerando que o currículo que as instituições de ensino superior constroem contém a formação e os conhecimentos que estas consideram ser necessário ao desempenho profissional dos diplomados que formam (Leite, 2003), é expectável que as concepções sobre o papel da engenharia na sociedade estejam presentes na construção curricular que proporcionam aos seus estudantes. Assim, a partir da questão central da investigação foram formuladas mais duas subquestões:

- 4- a formação ética, moral ou cívica está presente nos currículos dos cursos portugueses do ensino superior de engenharia?
- 5- que concepções estão subjacentes à formação ética, moral ou cívica presente nos currículos dos cursos de engenharia portugueses?

A investigação a que este trabalho se reporta responde ao conjunto das cinco subquestões e, deste modo, responde à questão de investigação que norteia este estudo.

1.5.2. Enquadramento metodológico:

A investigação assumiu características de procedimentos interpretativos, tendo em conta, quer os processos acionados para a recolha de dados e constituição dos corpos documentais, quer a sua análise (Lessaed-Hérbert, Goyette & Boutin, 1994:32). A perspetiva mista usada baseia-se numa epistemologia objetiva do ponto de vista do levantamento dos factos, e subjetivista do ponto de vista interpretativo, em que o papel do investigador é central e valorizado como construtor do conhecimento (Coutinho, 2014:15).

Do ponto de vista metodológico, o presente estudo alicerçou-se na pesquisa documental entendida como “um procedimento que se utiliza de métodos e técnicas para a apreensão, compreensão e análise de documentos” (Sá-Silva, Almeida & Guindani, 2009: 5). Nesta orientação extraiu-se dos documentos (fontes primárias, isto é, que não receberam nenhum tratamento científico prévio) informações que possibilitassem a apreensão do contexto da sua criação (Figueiredo, 2007).

Para Appolinário (2009: 67), um documento é “qualquer suporte que contenha informação registrada” que possa ser estudada. Este conceito abrange múltiplas formas de suporte (por exemplo, papel, digital, sonoro) e de registo de informação (por exemplo, texto ou imagem), no entanto, no presente estudo usaram-se apenas fontes escritas e oficiais, pelo que se entendeu documento como uma declaração ou texto escrito que constitui uma fonte de informação sobre o comportamento humano e o seu contexto no enquadramento em que o documento foi criado (Philips, 1974).

Para tal recorreu-se à pesquisa de documentos que permitissem constituir um *corpus* documental capaz de possibilitar obter informações sobre a temática em estudo. Tendo em conta os objetivos que nortearam esta investigação, privilegiaram-se os documentos escritos e oficiais, publicados em formato digital nos *sítios* das instituições de ensino superior estudadas. A escolha do formato digital deveu-se à facilidade da sua obtenção, mas também ao facto de, devido à sua visibilidade, constituírem informação que as instituições pretendem tornar pública e com que pretendem publicitar-se. Esta situação reforça a importância e riqueza destes documentos e da sua análise pois

abarcam a imagem que as instituições querem passar ao seu público-alvo, pois são textos em que o autor é “auto-consciente” e em “que se dirige a um público em circunstâncias particulares” (Sá-Silva, Almeida & Guindani, 2009: 11).

No âmbito da preparação do processo de análise foram seguidos os procedimentos sugeridos por Cellard (2008), a saber: identificação do contexto em que os documentos foram produzidos e dos seus autores ou grupos de autores; averiguação da autenticidade e confiabilidade dos textos; identificação da natureza, lógica e conceitos chave dos textos; e análise do texto. No presente estudo esta análise foi feita através de análise de conteúdo, de forma a interpretar os textos a partir de unidades de contexto (Ludke & André, 1986) que possibilitaram, em conjunto com o enquadramento teórico, construir categorias (não mutuamente exclusivas).

Do ponto de vista da síntese e interpretação dos resultados, o estudo que aqui se apresenta seguiu uma metodologia mista (qualitativa e quantitativa), sendo esta vista, em concordância com Coutinho (2014:36), como uma forma de “proporcionar uma visão mais ampla” do objeto de estudo. Com esta autora, aderimos à ideia de que a combinação de métodos permite obter diferentes olhares sobre uma mesma realidade, enriquecendo os estudos e aumentando a sua credibilidade.

A inclusão de várias fontes de evidências (no presente estudo: missões oficiais, currículos e fichas das unidades curriculares) proporciona um conjunto vasto de dados relativos ao objeto do estudo (Yin, 2001:105), possibilitando a triangulação dos dados e a convergência das evidências (Amado, 2014). Corroborando estes argumentos, os métodos de recolha de dados do estudo que aqui se apresenta incluíram uma vasta e diversa recolha documental, cujos dados foram sujeitos a análise e interpretação.

1.5.3. Desenho e passos da investigação

Tendo em conta que o ensino da engenharia em Portugal ocorre quer em instituições do ensino universitário, quer do ensino politécnico, a presente investigação incidiu sobre todas as instituições públicas (não militares) de ensino superior que lecionam cursos de engenharia em Portugal, abarcando os dois subsistemas de ensino. Na tabela 1 é apresentado o número de instituições e cursos abrangidos pelo estudo, de acordo com o subsistema de ensino e grau académico que é conferido.

Tabela 1: Número de instituições e cursos abrangidos pelo estudo, de acordo com o subsistema de ensino e grau académico.

	Licenciaturas	Mestrado Integrado	Instituições de Ensino Superior
Ensino Politécnico	86		20
Ensino Universitário	40	58	13
Total de instituições			33
Total de cursos	184		

Na investigação partimos da ideia de que o modo e o grau como as instituições contemplam ou não o debate sobre o papel da engenharia na sociedade e a formação ética dos seus estudantes dependerá da conceção que tenham sobre:

- o seu próprio papel na sociedade;
- o papel da tecnologia na sociedade presente e futura;
- o papel da engenharia na sociedade;
- o papel dos engenheiros/as na sociedade;
- a importância que atribuem à formação ética.

Tendo estas ideias por referência, recorreremos a três fontes de dados para indagar as referidas conceções:

- *missões oficiais* das instituições de ensino superior que lecionam cursos de engenharia;
- *currículos* dos cursos de engenharia;
- *fichas das unidades curriculares* que fazem parte dos cursos de engenharia e que contemplam formação ética ou cívica.

Estas três fontes de dados permitem visões que se complementam e completam, isto é, contêm dimensões do objeto de estudo que vão do nível mais geral – *a missão* -, para o nível mais singular – *as unidades curriculares*.

Clarificando o argumento que estamos a sustentar, no intuito de contribuir para a compreensão da questão central de investigação que orienta o presente estudo - *Como é que as instituições de ensino superior portuguesas que lecionam cursos de engenharia contemplam o debate sobre o papel da engenharia no presente e no futuro e a necessidade de formação ética dos seus estudantes?* - focámo-nos na recolha e análise das *missões oficiais* das instituições de ensino superior que lecionam cursos de engenharia. Esta análise pretendeu proporcionar uma compreensão sobre o papel que as missões reconhecem e assumem oficialmente e o lugar que nela ocupa a formação ética dos estudantes de engenharia.

Estes objetivos concorrem para a compreensão da questão de investigação ao permitir conhecer que conceções as instituições de ensino superior que lecionam cursos de engenharia têm sobre o seu próprio papel e sobre o papel da engenharia na sociedade, e em consonância com estas conceções, se assumem ou não a missão oficial de promover o desenvolvimento ético dos seus estudantes. Como já indicámos, do ponto de vista metodológico, recorreremos a uma metodologia mista, que incorporou uma dimensão qualitativa ao nível da interpretação dos textos, e uma dimensão quantitativa ao nível da organização e interpretação dos resultados (Amaral, 2009).

Referimos já que a investigação se organiza internamente numa questão central que se desdobra em 5 subquestões. Para responder às 3 primeiras subquestões - *que obrigações assumem na sua missão oficial as instituições de ensino superior que lecionam cursos de engenharia em Portugal? Que conceções sobre o papel da engenharia na sociedade estão presentes nas*

missões das instituições de ensino superior que lecionam cursos de engenharia em Portugal? As instituições de ensino superior que lecionam cursos de engenharia em Portugal reconhecem a necessidade, e como tal o dever /missão, de proporcionar formação ética aos seus estudantes? - a investigação recorreu, do ponto de vista metodológico, à recolha documental (Albarelllo, Digneffe, Hiernaux, Maroy, Ruquoy e Saint-Georges, 2011) das *missões oficiais* definidas pelas instituições de ensino superior portuguesas que lecionam cursos de engenharia (públicas e não militares). Esta recolha, feita em 2016, ocorreu nos sítios oficiais das instituições ou nos estatutos publicados em Diário da República. Os textos das missões foram analisados recorrendo à análise de conteúdo (Amado, 2014; Guerra, 2010), com o auxílio do programa computacional MaxQDA (VERBI, Software GmbH, Berlin, German). Após a análise interpretativa, procedeu-se a uma análise de carácter quantitativo que permitiu a síntese e interpretação dos resultados. Os resultados deste estudo foram publicados na revista *European Journal of Engineering Education* em artigo cujo título é “From the dominant engineering education perspective to the aim of promoting service to humanity and the common good: the importance of rethinking engineering education” e são apresentados no 2º capítulo do presente documento.

Relativamente à quarta subquestão de investigação – *está a formação ética, moral ou cívica presente nos currículos dos cursos do ensino superior de engenharia portuguesas?* – procedemos à recolha dos currículos oficiais dos 184 cursos de engenharia abrangidos pelo presente estudo. A recolha foi feita através dos sítios oficiais de cada uma das 33 Instituições públicas de ensino superior que lecionam cursos de engenharia em Portugal. Após a recolha (que ocorreu em 2015/2016) procedemos à análise dos diversos currículos no sentido de identificar a presença (ou ausência) de unidades curriculares que incluíssem formação ética nos seus conteúdos programáticos. Após a identificação das diversas unidades curriculares que a incluíam fizemos uma análise de carácter quantitativo que permitiu elaborar uma síntese e interpretação dos resultados. Os resultados deste estudo foram publicados na revista *European Journal of Engineering Education* em artigo cujo título é “The influence of engineers’ training models on ethics and civic education component

in engineering courses in Portugal”, sendo apresentados no 3º capítulo do presente documento.

Relativamente à 5ª subquestão de investigação - *que conceções estão subjacentes à formação ética, moral ou cívica presente nos currículos dos cursos de engenharia portugueses?* - recolhemos as fichas de unidade curricular de cada uma das 33 unidades curriculares pertencentes aos currículos estudados e que incluem formação ética ou cívica. A recolha foi feita através dos sítios oficiais de cada uma das Instituições estudadas. Após a recolha (que ocorreu em 2016) procedemos à sua análise para identificar as conceções presentes quer ao nível do papel da engenharia, dos engenheiros/as e da tecnologia na sociedade, quer ao nível da conceção de formação ética. Após a análise interpretativa, fizemos uma análise de carácter quantitativo que permitiu a síntese e interpretação dos resultados. Os resultados deste estudo foram publicados na revista Futures em artigo cujo título é “Ethical education as a pillar of the future role of higher education: analysing its presence in the curricula of engineering courses” e são apresentados no 4º capítulo do presente documento.

A figura 1 sintetiza o desenho metodológico da presente investigação.

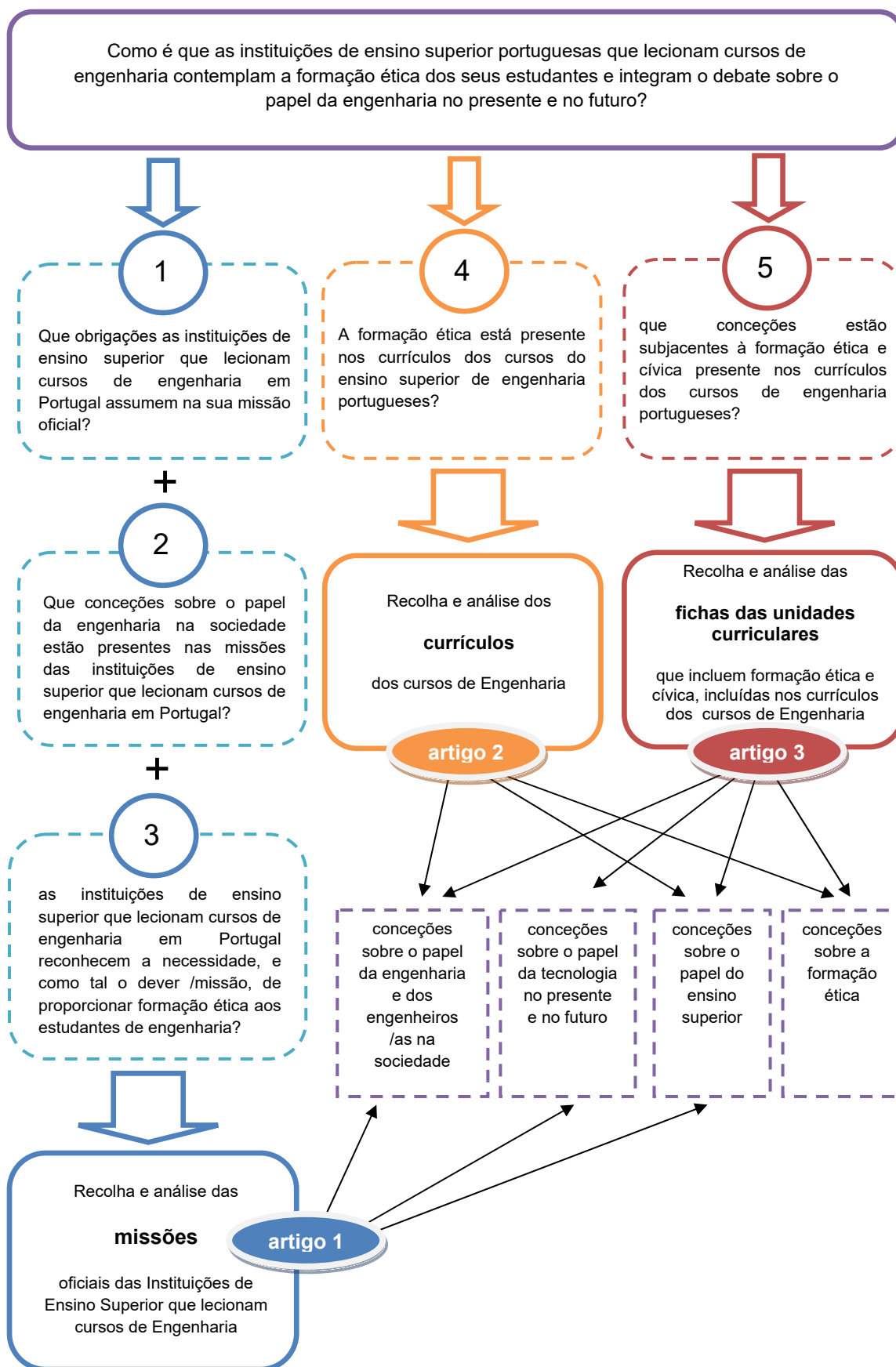


Figura 1: Diagrama que sintetiza o desenho metodológico da investigação.

1.6- Organização da tese

A presente tese estrutura-se em 5 capítulos. O primeiro e presente capítulo apresenta uma introdução à temática em estudo, bem como a metodologia e objetivos da investigação.

O segundo capítulo centra-se na análise das missões definidas oficialmente pelas instituições de ensino superior que lecionam cursos de engenharia. Este capítulo incorpora o artigo *“From the dominant engineering education perspective to the aim of promoting service to humanity and the common good: the importance of rethinking engineering education”* (Fátima Monteiro, Carlinda Leite & Cristina Rocha, 2018a) que foi publicado no *European Journal of Engineering Education*.

No terceiro capítulo são analisados os currículos dos cursos de engenharia na intenção de identificar a presença (ou ausência) de formação ética e cívica e de compreender o lugar e importância atribuída a esta componente de formação. Este capítulo incorpora o artigo *“The influence of engineers’ training models on ethics and civic education component in engineering courses in Portugal”* (Fátima Monteiro, Carlinda Leite & Cristina Rocha, 2017c), publicado no *European Journal of Engineering Education*.

A análise das fichas das unidades curriculares que fazem parte dos cursos de engenharia que contemplam formação ética e cívica é apresentada no capítulo quatro. Este capítulo incorpora o artigo *“Ethical education as a pillar of the future role of higher education: analysing its presence in the curricula of engineering courses”* (Fátima Monteiro, Carlinda Leite & Cristina Rocha, 2018b), publicado na revista científica *Futures*.

No quinto e último capítulo são tecidas algumas reflexões finais suscitadas pelo presente estudo e as principais conclusões extraídas dos capítulos anteriores.

2

Missões e omissões das Instituições de Ensino Superior que lecionam cursos de engenharia

“O planeamento estratégico requer a identificação das metas e objetivos de uma organização e os métodos para atingir esses objetivos e metas. Este tem uma abordagem de longo prazo e orientada para o futuro. Orienta os esforços para a preparação do orçamento organizacional em linha com as metas e objetivos estabelecidos no plano estratégico, identificando prioridades na alocação de recursos e fortalecendo a prestação de contas”

(Ozdem, 2011:1888)

2.1- Enquadramento teórico

Sendo o foco do presente capítulo a análise das missões oficiais das instituições que lecionam cursos de engenharia, explicita-se o enquadramento teórico que fundamentou essa análise onde se inclui: uma reflexão sobre a importância da missão oficial, as diferentes perspetivas sobre o papel que o ensino superior desempenha na sociedade, e se é sua missão promover o desenvolvimento ético dos estudantes. Apresentam-se ainda alguns indicadores do desenvolvimento ético dos estudantes e os argumentos que não apoiam a incorporação da formação ética no ensino superior.

Sendo o ensino superior orientado por diversos documentos, expõe-se também o resultado do estudo de 21 documentos de Instituições Europeias sobre a formação ética no ensino superior e quais as diferentes conceções sobre o papel da engenharia na sociedade.

2.1.1- A importância da missão assumida

As missões das instituições de ensino superior definem as obrigações oficiais que estas organizações assumem perante a sociedade (Ozdem, 2011). Mesmo reconhecendo que as instituições nem sempre apresentam uma coerência entre as missões oficiais por elas enunciadas e as práticas quotidianas da sua concretização, os textos oficialmente assumidos como missão continuam a ter valor em si próprios pois constituem um enunciado pensado e ponderado para ser assumido oficialmente e, como tal, estabelecem o referencial que orienta a instituição (Velcoff e Ferrari, 2006). Neste sentido, é expectável que este texto assuma e traduza as concepções dominantes na instituição e que por ela são mais valorizadas, e que por isso divulga publicamente.

Enquanto elemento que é divulgado publicamente, a missão pode ser considerada como publicidade/propaganda que, como qualquer outra publicidade, constitui uma forma de esclarecer o público a que se dirigem, e também um meio de atrair esse público (Monteiro, Leite & Rocha, 2017b). Assim, é expectável que tal texto contenha o que de melhor a instituição reconhece sobre o seu papel na sociedade e se compromete a cumprir perante os seus potenciais candidatos (Davis, Ruhe, Lee & Rajadhyaksha, 2007).

Neste contexto, as missões oficiais das instituições que lecionam cursos de engenharia traduzem as perspetivas que as instituições têm sobre o seu próprio papel e os objetivos que devem ser alcançados na formação de profissionais da engenharia (o que se alicerça na concepção do papel que estes profissionais e a engenharia tem na sociedade), bem como sobre a uma certa concepção de sociedade (Veiga, 1998).

A missão assumida por cada instituição de ensino superior, ao conter os objetivos que pretendem alcançar, tem também o papel de orientar o projeto político-pedagógico (Ozdem, 2011) que será implementado na prática. É assim expectável que diferentes missões se traduzam em diferentes perfis curriculares e pedagógicos (Velcoff e Ferrari, 2006), o que reforça a importância de ser feito o seu estudo e análise com vista a conhecer as concepções que orientam estas instituições. De facto, e como é sustentado por Leite (2003) as instituições educativas e os docentes não são neutros na

construção curricular; essa construção reflete as suas concepções, nomeadamente sobre os objetivos/missões que atribuem e reconhecem ao ensino superior.

2.1.2- Perspetivas contemporâneas sobre as missões do ensino superior

Desde a constituição das primeiras universidades que uma das principais missões do ensino superior foi a formação de profissionais (Imaginário & Castro, 2011), de entre os quais se destacavam os pensadores (filósofos), professores, juizes, cientistas e médicos. Mas o principal papel do ensino superior era o grande ‘bastião do conhecimento’, fundado na perspetiva moderna da supremacia da razão e na procura do conhecimento como um fim em si mesmo (Magalhães, 2006). O autor a que nos estamos a reportar expõe que o ensino superior é questionado na sua existência e na sua missão, isto é, tornar claro a quem se destina. A esta questão, Magalhães (*idem*) acrescenta as interrogações: como é que o ensino superior forma os indivíduos que o frequentam? E para que fim se formam esses indivíduos?

Segundo este autor, estas questões estão fortemente associadas ao debate sobre a utilidade económica e social do ensino superior, predominando três correntes. Na posição que segue, o autor considera que, embora todas incorporem a missão de formação de determinados profissionais, cada uma defende diferentes perspetivas sobre as missões para o ensino superior. Uma das correntes defende um ensino superior centrado no *conhecimento e na investigação* (Magalhães, 2006; Imaginário & Castro, 2011). Nesta perspetiva, o conhecimento é considerado como um bem em si mesmo e o dever do ensino superior é o de procurar ampliar esse mesmo conhecimento e transmiti-lo. Trata-se de um modelo com origem na Alemanha e que perpetua a visão moderna da busca racional pelo conhecimento, e da universalidade como a pedra basilar dessa busca (Ramos, 2010). Outra corrente defende que o *ensino superior tem como principal missão a formação, e em particular, a de*

carácter profissional (Magalhães, 2006; Imaginário & Castro, 2011). Este modelo, com origem em França, considera que o mais relevante objetivo do ensino superior é a produção de profissionais, quer para preencher os quadros do aparelho de Estado, quer para fomentar a economia. Consequentemente, este modelo tem grandes apoios no setor económico e na visão contemporânea da *sociedade do conhecimento* que vê no conhecimento e na qualificação profissional uma mais-valia na competição económica (Ramos, 2010). Trata-se de uma perspetiva bastante defendida pelo neoliberalismo, sendo o conhecimento valorizado enquanto uma mercadoria economicamente transacionável (Amaral, 2009). Um terceiro modelo defende como principal papel do ensino superior o *desenvolvimento da personalidade e do carácter dos seus estudantes*, focando-se numa perspetiva cultural, e na importância de uma educação liberal (Magalhães, 2006; Imaginário & Castro, 2011). Este modelo tem a sua origem em Inglaterra e apoia-se na importância da formação integral dos estudantes, em detrimento da perspetiva que salienta a importância da ciência e da investigação, ou da perspetiva que salienta a formação profissional e a economia.

As três perspetivas estão presentes na conceção de ensino superior que está definida na legislação portuguesa, nomeadamente na Lei de Bases do Sistema Educativo (Lei n.º 46/86) e nas suas alterações (Lei n.º 115/97, Lei n.º 49/2005), bem como no ECDESP (Decreto-Lei n.º 185/81) e no ECDU (Decreto-Lei n.º 205/2009). Em qualquer um destes documentos estão presentes as três perspetivas: a função de investigação, do ensino e da relação com a sociedade em que se insere, nomeadamente no âmbito do mundo económico e profissional (O'Banion, 2010). Ao referir as três funções, aparentemente o legislador deixa às instituições de ensino superior a priorização das suas funções e finalidades. Contudo, o legislador pressiona indiretamente as próprias instituições de ensino superior a atribuírem prioridades diferentes às três funções, através de outros mecanismos legais (por exemplo as avaliações externas, as formas de financiamento, a importância dos *rankings*, as avaliações dos docentes). As três vertentes estão presentes nas missões oficialmente definidas pela grande maioria das

instituições de ensino superior (O'Banion, 2010), no entanto, com diferentes importâncias.

A existência de diferentes perspectivas sobre o papel do ensino superior na sociedade são tão antigas como o próprio ensino superior, contudo Magalhães (2006) salienta que nos últimos anos se constatou a prevalência de uma perspectiva empresarialista do ensino superior, em que este é visto como um elo do sistema económico e gerido como uma organização que se quer eficiente e produtiva (quer de profissionais/diplomados, quer de inovações tecnológicas). Recorrendo às palavras do autor, cada vez mais as instituições de ensino superior são “administradas e geridas como organizações, e cada vez menos como instituições educativas na sua especificidade” (*ibidem*:31) e o ensino como “uma mercadoria para consumo individual” (*ibidem*:33). É no âmbito destas ideias que Morgado (2011:303) considera que esta visão economicista e “toda esta pressão produtivista que se tem instalado ao nível do ensino superior, para além de contribuir para desvirtuar em termos humanistas e culturais a missão da universidade pública, tem subjacente a ideia de ‘pôr fim à democratização do acesso à universidade e ao efeito de massificação que ela provocara’”.

Perante este debate, Magalhães e Stoer defenderam que é necessário encontrar um *minimum* que traduza a formação proporcionada por este nível de ensino em *educação superior* (in Magalhães, 2006), aceitando que o ensino superior “não é redutível a uma questão de consumo individual, eventualmente destituído de elementos críticos e reflexivos, devendo antes ser entendido como uma instituição social com o papel crucial de apoiar e desenvolver a ação reflexiva, e como uma importante reserva de pensamento crítico, reflexivo e, mesmo, alternativo” (*ibidem*:33).

Nesta análise, também é necessário ter em conta que emanam da sociedade novos mandatos para as instituições de ensino superior. Segundo Leite (2003), estes mandatos implicam que, para além da instrução, o ensino superior deve contemplar uma educação integral da pessoa, nas suas diversas dimensões, isto é, “educar para a formação pessoal e social, educar para a multiculturalidade, educar para a cidadania” (*ibidem*:90), por forma a que os

estudantes possam desenvolver competências de “aprender a viver juntos, aprender a viver com os outros” (UNESCO, 2000). Segundo a perspectiva defendida pela UNESCO, o ensino superior não tem apenas a missão de formar profissionais, mas sim de educar cidadãos construtores da paz e promotores ativos da justiça (UNESCO,1998). Também organizações como a ONU (1999) e autores como Santomé (2011) e Peinado (2001) salientam o dever da educação participar ativamente na construção da paz e da justiça social, entendida como a condição que garante que todos têm os mesmos direitos, oportunidades, obrigações, privilégios e benefícios, implicando a distribuição equitativa da riqueza e dos recursos naturais de forma a garantir a todos as mesmas condições económicas, de saúde e de educação (Bent-Goodley & Hopps, 2017). É nesta perspectiva que, no estudo que aqui apresentamos sustentamos a importância de uma formação de engenheiros que contemple a formação ética e integre o debate sobre o papel da engenharia no presente e no futuro.

Em concordância com esta perspectiva, Magalhães (2006:35) defende que é fundamental assumir que “a produção de conhecimento, a preservação e a distribuição do conhecimento não podem ser apresentadas como sendo atividades neutras”, pois estão associadas a valores. Neste sentido, o autor apresenta o exemplo dos cursos de engenharia que, em face das diferentes concepções, poderão ou não incluir estudos “no sentido de estimular a consciência dos estudantes para os riscos sociais, humanos e ambientais” e as “consequências da ciência e da tecnologia” (*ibidem*:35). Assim, numa concepção de educação integral dos estudantes de engenharia, dever-se-ia procurar que “a articulação do conhecimento fundado em *bytes* e o conhecimento fundado na reflexividade possam ser promovidos em simultâneo” (*ibidem, idem*). Como tinha sido sustentado por Veiga (1998), qualquer que seja a opção de cada instituição de ensino superior, ela não é neutra e tem em vista uma determinada concepção de sociedade.

Como tem sido reconhecido, “a educação e a formação continuam a ocupar um lugar de topo no imaginário social e a ser vistas como esteios imprescindíveis na construção de uma economia global mais justa, no desenvolvimento mais sustentado e mais sustentável de cada país, na diluição das desigualdades e

na plena realização do ser humano” (Morgado, 2011:297). Segundo este último autor, persiste assim um mandato que espera do ensino superior uma intervenção social construtiva e concreta, no sentido da promoção da justiça social, da sustentabilidade e da democracia. Nesta mesma linha, Magalhães (2006), Felber (2017) e Raworth (2018) consideram que para cumprir este mandato o ensino superior terá de assumir um posicionamento de não neutralidade, o que implica assumir-se com valores. Esta é também a posição que assumimos ao considerar importante trazer para o debate académico a temática que está na base do estudo que aqui apresentamos.

2.1.3- É uma missão do ensino superior promover o desenvolvimento ético dos seus estudantes?

Num estudo efetuado, Musil (2009) captou e analisou o ponto de vista dos estudantes acerca do que esperavam obter no ensino superior e concluiu que quando entravam no ensino superior tinham por expectativas desenvolver competências individuais (ter uma carreira, sucesso pessoal, gestão de tempo e financeira, hábitos de trabalho, e autodisciplina). No entanto não aspiravam a desenvolver competências de nível ético, cívico e moral ou que se relacionassem com o espaço público e a comunidade. Para esta autora, as conclusões do seu estudo reforçam a importância do ensino superior promover uma formação ética e cívica que permita aos seus alunos irem para além da sua perspetiva narcisista. De igual modo, o sucesso económico pessoal foi também o objetivo mais referido pelos estudantes de engenharia de uma instituição portuguesa em estudo realizado no quadro da investigação conduzida durante o período de doutoramento (Monteiro, Leite & Rocha, 2018c).

Também os estudos de Ehrlich (2000) e Magalhães (2006) evidenciam que muitos estudantes do ensino superior se veem apenas como consumidores e que pretendem obter o curso o mais rapidamente possível, da forma mais fácil e mais barata. Ehrlich (2000) e Jacoby (2009) consideram que este

posicionamento dos estudantes é um indicador que reforça a necessidade do ensino superior promover a formação integral dos seus estudantes, de forma a fomentar o seu desenvolvimento ético e cívico e uma consciência social e comunitária. Para estes autores a educação superior só estará concluída quando o aluno poder usar os conhecimentos técnicos específicos à sua área de saber de forma ética, responsável e para o bem comum. Neste mesmo sentido, Ehrlich (2000) salienta que os objetivos pessoais e remuneratórios dominam a cultura contemporânea, o que põe em causa a coesão e a justiça social, bem como a democracia e a paz. Em consequência, argumenta que se verifica um forte desinteresse político dos estudantes, associado à falta de participação cívica e política e à desresponsabilização pelos outros. Assim, considera necessário que o ensino superior se empenhe na construção de uma sociedade humanizada, inclusiva, justa e coesa. Embora o autor se refira à realidade dos Estados Unidos da América, é, no entanto, de mencionar que este é também o argumento que tem estado na base dos documentos europeus (Conselho da Europa, 2004), indicando assim que o mesmo fenómeno se passa a nível de outros países da Europa para além de Portugal (Magalhães, 2006; Monteiro, Leite & Rocha, 2018c).

Nesta linha, Gambôa (2004), na senda de Dewey, argumenta que, embora o desenvolvimento ético e cívico dos jovens seja fundamental para a sociedade e para a democracia, é-o também para os próprios jovens, que serão mais bem-sucedidos se estiverem envolvidos e comprometidos com a sua comunidade e com o bem comum (Levine, 2015). Na perspetiva de Levine (2015), a formação ética e cívica não se limita a ter como objetivo o desenvolvimento social, mas também o desenvolvimento dos próprios jovens. A importância de uma educação ética e cívica dos jovens é também defendida por Nussbaum (2014), numa abordagem que salienta a necessidade de, na contemporaneidade fortemente marcada pela globalização e pelo lucro, ser fundamental ensinar a ser *humano*, pelo que é imprescindível promover a empatia e o interesse pelo outro (Levinas, 2007; Batista, 2005).

Ehrlich (2000), Bloom (2001) e Knoch (2004) também consideram que o ensino superior tem o potencial de revigorar a democracia, pois quase todos os políticos e líderes profissionais estudaram no ensino superior e a população em

geral também tem cada vez mais acesso a este nível de ensino. Por outro lado, e tendo em conta os estudos realizados por Ehrlich (2000) nos Estados Unidos da América, constatou-se que os ensinos básico e secundário têm pouca influência nas crenças políticas e nos valores, o que reforça o papel do ensino superior na promoção da maturidade de julgamento ético/moral, a tolerância racial e religiosa, bem como uma maior participação cívica e política. Ora, de acordo com Ferreira (2013), a consolidação do desenvolvimento ético ocorre a partir dos 17 anos, ou seja, na idade em que usualmente a maioria dos estudantes entra no ensino superior. Por isso, se justifica que o ensino superior tenha como missão promover o desenvolvimento de competências de reflexão ética e crítica que incentivem os seus diplomados a agir no mundo para o bem comum de forma ética, reflexiva e sábia.

Para Sachs (2017), o ensino superior, especialmente na área da ciência e engenharia, é o principal promotor da evolução tecnológica que alimenta e é alimentado pelo sistema económico. No entanto, na opinião deste autor, “as universidades também são cruciais para uma atividade básica: ajudar a sociedade a identificar e a resolver problemas locais de desenvolvimento sustentável” (ibidem: 294), bem como de justiça social e equidade, o que justifica o seu dever de formar os seus estudantes nesse sentido. O desenvolvimento sustentável é, ainda segundo este autor, uma forma de compreender e interagir com o mundo, abarcando a dimensão ambiental, económica, política e social com vista à construção de uma sociedade que funcione bem, em equilíbrio com a natureza e garantindo o bem-estar humano, quer no presente, quer no futuro. Implicando estas ideias a conceção de uma boa sociedade e de uma boa vida, e a sua orientação ética (Sachs, 2017). Em síntese, a dimensão ética é necessária quer à definição da boa sociedade, mas também à escolha de como a alcançar, o que justifica o dever do ensino superior formar os seus estudantes nesta dimensão.

2.1.4- Alguns indicadores do desenvolvimento ético dos estudantes portugueses

A maior parte dos autores e estudos que defendem a responsabilidade do ensino superior promover a formação ética dos seus estudantes dizem respeito a estudos fora de Portugal (Monteiro, 2018), por isso importou-nos equacionar se em Portugal há indicadores que sustentem a necessidade de ser promovida a formação ética dos estudantes do ensino superior, nomeadamente de engenharia. Um estudo da Universidade de Coimbra concluiu que os estudantes portugueses apresentam mais indicadores de irresponsabilidade e comportamentos problemáticos quando terminam a sua formação do que quando entram para o ensino superior (Diário de Coimbra, 2003). O estudo concluiu que o tempo que os estudantes passavam na universidade se traduzia negativamente no desenvolvimento ou consolidação da sua responsabilidade e civismo. Tal facto alerta para a possibilidade de que a frequência do ensino superior, em vez de promover ou consolidar a formação ética e cívica dos seus alunos, proporciona condições para a sua *deformação*.

Apesar do ponto de vista apresentado, importa também considerar outras posições que sustentam que a omissão das instituições de ensino superior no domínio da formação ética e cívica é também formadora dos estudantes (Rovira, 2003), nomeadamente no que diz respeito à permissividade e aparente indiferença na forma de expressar uma posição. Por outro lado, a omissão das instituições de ensino superior ao nível da formação ética e cívica permite que este domínio de formação seja feito por grupos, tradições ou interesses vigentes (ainda que não oficialmente) na vida académica, mas cuja fundamentação não tem um carácter ético-filosófico nem é alvo de debate aberto e de intencionalidade explícita e assumida (como sejam, por exemplo, as práticas de violência e humilhação entre pares, nomeadamente na 'praxe' académica).

Neste âmbito, Rovira (2003) salienta que as práticas quotidianas das vivências nas instituições educativas são um elemento central de formação ética e moral; não sendo possível não existir práticas quotidianas, não é possível não haver formação ética. A questão que se coloca é se essa formação é consciente,

direcionada e assumida como tal, o que implica a definição de valores e de intencionalidade formativa.

Um estudo, que Aurora Teixeira (*Público*, 2011) coordenou em 2005, permitiu concluir que 70% dos alunos inquiridos já tinham copiado num exame. Esta investigadora salienta que, com base nos seus estudos, se pode “concluir que o plágio é uma ‘prática generalizada’ entre os estudantes universitários portugueses” (*Público*, 2011: *online*). De entre os diversos cursos estudados, os alunos dos cursos de Engenharia são os que apresentam maior índice de fraude, segundo este estudo. Este resultado é confirmado por outra investigação feita por Almeida, Seixas, Gama e Peixoto (2015) que indica que os alunos dos cursos de Engenharia são os que apresentam indicadores mais elevados dos níveis de fraude, nomeadamente nos exames e de plágio. São também os que apresentam maior indicador de predisposição para a fraude, e o menor indicador de predisposição para a denúncia, o que indicia a existência de uma cultura de fraude.

Uma vez que as instituições de ensino superior certificam competências e conhecimentos que habilitam ao exercício de atividades profissionais de elevada responsabilidade social, o elevado nível de fraude pode pôr em causa a confiança nas instituições de ensino superior e nas suas certificações. Como é referido por Almeida, Seixas, Gama & Peixoto, (2015), esta situação coloca em causa a certificação, confiabilidade e credibilidade dos futuros profissionais de engenharia. É ainda importante considerar a potencial relação entre o desenvolvimento ético dos estudantes do ensino superior e “o sistema de valores dos profissionais qualificados que os alunos do ensino superior serão no futuro” (*ibidem*: 11).

Segundo Pešec & Petković (2014) os comportamentos dos estudantes de engenharia perante as avaliações é considerado como um bom indicador de nível do desenvolvimento ético, o que faz dos indicadores de fraude e de plágio praticados pelos estudantes de engenharia portugueses um dado ainda mais relevante. Nesta linha, os resultados do estudo realizado por Almeida, Seixas, Gama e Peixoto (2015) e Aurora Teixeira (*Público*, 2011), reforçam a necessidade de se promover a formação ética dos estudantes dos cursos de

engenharia, não descartando a importância de formação ética dos estudantes das restantes áreas do saber.

Outro importante indicador que nesta análise não pode ser ignorado é a dificuldade que alguns alunos do ensino superior português manifestam em refletir sobre o seu relacionamento com os seus pares, situação que se evidencia publicamente através da 'praxe'. A continuidade de tais práticas pode ser considerada como um indicador da dificuldade dos estudantes refletirem de forma crítica e ética sobre o seu próprio comportamento, nas consequências das suas ações e sobre as suas relações com os outros, nomeadamente ao nível da empatia (Rasoal, Danielsson & Jungert, 2012), respeito e responsabilidade perante o outro (Levinas, 2007).

Retomando a ideia de que o ensino superior forma pessoas que, pelo seu elevado nível de formação, tenderão a ocupar cargos de formação, gestão, coordenação e até de governação, entre outros, os indicadores apresentados permitem argumentar a favor da necessidade de se promover uma sólida formação ética dos estudantes do ensino superior (nomeadamente os de Engenharia), contribuindo assim para que os valores éticos se propaguem na sociedade (Ehrlich, 2000). Nesta linha, a UNESCO (2000) salienta que desprezar esta faceta da formação dos estudantes é hipotecar uma futura sociedade que se pretende, democrática, justa, tolerante e pacífica.

2.1.5- Argumentos contra a inclusão de formação ética no ensino superior

Apesar dos argumentos atrás apresentados, não é consensual que as instituições de ensino superior tenham a missão de promover a formação ética dos seus estudantes. A decisão de assumir e incluir (ou não) esta componente de formação está necessariamente enraizadas nas diferentes perspetivas e conceções que estão subjacentes às diversas opções curriculares (Veiga, 1998).

Segundo Oliveira e Afonso (2016:147), é consensual a necessidade de uma vivência ética no âmbito do ensino superior, mas não é consensual “a necessidade – ou sequer conveniência – de conferir estatuto autónomo ao ensino da ética a estudantes de nível superior” e muito menos a forma de tal ser implementado na prática. Para estes autores, os principais argumentos contra a inclusão de formação ética no ensino superior são:

- os alunos do ensino superior são adultos, pelo que consideram que já possuem uma formação ética consolidada e por isso estão pouco recetivos a alterações significativas;
- a formação ética é considerada essencialmente teórica, pelo que não facilita a solução prática dos problemas quotidianos;
- a formação ética pode-se traduzir numa normalização excessiva que retira espaço à criatividade;
- “proscriver atitudes eticamente condenáveis decorre do simples exercício do bom senso” (Oliveira & Afonso, 2016:148);
- a vivência dos estudantes no âmbito do ensino superior é apenas uma parcela da sua vivência enquanto indivíduos;
- “o tempo gasto na estruturação do que se entende por boas práticas será mais rentável se diretamente investido na concretização dessas boas práticas” (*ibidem, idem*).

Para a compreensão das perspetivas que problematizam a inclusão de formação ética é ainda necessário ter em conta que, como referimos, historicamente as engenharias foram consideradas neutras do ponto de vista ético, pelo que não necessitavam de incluir no currículo de formação dos engenheiros formação ética e moral (Dürr, 1999; Ehrlich, 2000; La Taille, 2006). Com efeito, é imprescindível considerar que os docentes dos cursos de engenharia em exercício, na sua grande maioria, fizeram um percurso académico que provavelmente não incluiu nenhuma forma explícita de formação ética, sendo expectável que o corpo docente que leciona cursos de engenharia tenha sido maioritariamente formado na perspetiva da neutralidade da ação da engenharia, e como tal ainda a defenda.

Outro argumento apresentado é a dificuldade em avaliar os resultados deste tipo de formação (King & Mayhew, 2002) pois não devem ser usados métodos de avaliação tradicional (o tradicional exame) para averiguar o que os alunos apreenderam, nem tão pouco para saber se estes, quando futuros profissionais, vão, inclusive, atuar respeitando os códigos de ética profissionais (Davis & Feinerman, 2012). No entanto, Davis e Feinerman (2012) argumentam que, mesmo nas áreas disciplinares em que se usa uma avaliação convencional (nomeadamente exames), esse facto não é garantia de que os alunos irão no futuro fazer um uso correto desses saberes. Todavia, não é pela incerteza que esses conteúdos deixam de ser incluídos nos currículos, pois é expectável que ao dá-los a conhecer aos alunos, estes tenham maior probabilidade de os usar corretamente na sua futura atividade profissional. Segundo este autor, este aspeto é particularmente relevante para justificar a inclusão da formação ética, moral e cívica nos currículos do ensino superior, sendo de esperar que os resultados obtidos com esta formação sejam semelhantes aos obtidos com outros conteúdos e que esta formação propicie a melhoria dos resultados a todos os restantes conteúdos formativos devido à expectável promoção da responsabilidade pessoal dos estudantes.

2.1.6- O que dizem os documentos europeus sobre o papel do ensino superior na formação ética e cívica dos seus estudantes?

Ao nível Europeu, a Conferência de Bergen (EHEA, 2005) consolidou a normalização das competências que cada grau de formação superior europeu deve proporcionar aos seus estudantes. Estas competências para o 1º e 2º ciclos baseiam-se nos Descritores de Dublin que foram desenvolvidos pelo “Joint Quality Initiative Group” (González e Wagenaar, 2008; Mesquita, Flores e Lima, 2011). Nestes descritores salienta-se que os estudantes no fim do 1º ciclo devem mostrar a “capacidade de recolher, seleccionar e interpretar informação relevante, particularmente na sua área de estudo, que os habilite a fundamentarem as soluções que preconizam e os juízos que emitem, incluindo na análise os aspetos sociais científicos e éticos relevantes”. No fim do 2º ciclo

os estudantes devem, de acordo com os Descritores de Dublin (2000), demonstrar “a capacidade para integrar conhecimentos, lidar com questões complexas, desenvolver soluções ou emitir juízos em situações de informação limitada ou incompleta, incluindo reflexões sobre as implicações e responsabilidades éticas e sociais que resultem ou condicionem essas soluções e esses juízos”.

Tendo por base os Descritores de Dublin e a Conferência de Bergen (2005), pode concluir-se que a promoção das competências de “análise das implicações e responsabilidades éticas e sociais” é considerada como fazendo parte da missão das instituições de ensino superior. No entanto, tal não está explícito de forma direta e impositiva.

Outros documentos oriundos da União Europeia foram também por nós analisados de forma a detetar referências à formação ética e/ou cívica no âmbito do ensino superior, nomeadamente:

- o documento que deu origem ao processo de Bolonha (European Ministers of Education, 1999), que foca o papel do ensino superior essencialmente ao nível da competitividade internacional, não sendo referida a formação ética ou cívica. Os vários documentos e relatórios sobre a implementação do Processo de Bolonha foram igualmente analisados;
- o documento de orientação do “Ano Europeu da Cidadania Pela Educação” - 2005 (Comissão Europeia, 2004) no que ao ensino superior diz respeito. No entanto, nos relatórios que posteriormente monitorizavam a implementação das ações a nível dos diversos países aderentes, o ensino superior não é referido nem analisado;
- o documento “A Educação para a Cidadania nas Escolas da Europa” (Comissão Europeia, 2005) que refere que a componente de formação cívica é uma tarefa de todos os níveis de ensino, mas, ao contrário dos outros níveis de ensino, não apresenta dados nem recomendações para o ensino superior;

- O documento “O papel das Universidades na Europa do conhecimento” (Comissão Europeia, 2003) que centra a análise económica da educação e da formação superior na competitividade, e refere que o ensino superior deve ter um papel relevante no debate ético e social;
- a Declaração de Strasbourg (Comissão Europeia, 2006) que salienta o papel do ensino superior na promoção da “cidadania ativa e democrática; dos direitos humanos, do mútuo respeito e da justiça social; da sustentabilidade ambiental e social; e do dialogo e resolução de conflitos pacíficos”;
- o documento “Higher Education and Democratic Culture: Citizenship, Human Rights and Civic Responsibility” (Council of Europe, 2008) que salienta a “responsabilidade do ensino superior na promoção de uma cultura democrática (...) e a responsabilidade do ensino superior promover a cidadania, os direitos humanos e a sustentabilidade”;
- o documento “Making the Magna Charta Values Operational: Theory and Practice” que debate o papel das universidades como promotoras de valores: “as universidades devem formar seres humanos e cidadãos de forma integral e não apenas capital humano sujeito a flutuações de mercado como qualquer outro capital” (Magna Charta Observatory, 2010);
- o documento “IAU-MCO Guidelines for an Institutional Code of Ethics in Higher Education” (International Association of Universities, 2012) que refere que cabe ao ensino superior “o desenvolvimento de programas educacionais para defender valores éticos e a integridade académica através de: i. Integração de discussões de integridade académica como parte do currículo; ii. Incentivar atividades de conscientização extracurriculares relacionadas com dilemas éticos modernos; iii. Sublinhando o significado vital da integridade académica e a sua importância para o amplo papel social do ensino superior; (...) Defender a equidade, a justiça, a igualdade de oportunidades, a equidade e a não discriminação”.

A análise de 21 documentos oriundos da União Europeia permitiu concluir que a formação cívica que é referida nos documentos tinha por principal objetivo promover a coesão social, a democracia, o aumento da empregabilidade e a competitividade europeia (Monteiro, Leite & Rocha, 2017a). Os documentos analisados que se referiam à necessidade do ensino superior promover a formação ética e/ou cívica dos seus estudantes, faziam-no de forma indireta, secundária, não-impositiva e com um texto muito “writerly” (Roe, 1994), deixando assim muito espaço de reinterpretação por parte das instituições de ensino superior. Perante este elevado grau de liberdade das instituições, importa ter presente que, segundo Santos (2010b), estas atribuem diferentes dignidades ao conhecimento de acordo com o seu possível valor de mercado, o que pode levar a que ignorem ou minimizem domínios do saber que o mercado não valoriza.

2.1.7- As diferentes conceções do papel da engenharia na sociedade

Incidindo a presente investigação nas instituições de ensino superior que lecionam cursos de engenharia é, pois, expectável que as suas *missões oficiais* reflitam não só a sua conceção sobre o papel do ensino superior, mas, porque formam os profissionais da engenharia, também reflitam as suas conceções sobre o perfil de profissionais a formar. Tal perfil, e como ao longo deste trabalho já referimos, dependerá da conceção do papel que as instituições atribuem na sociedade à engenharia e aos seus profissionais. Segundo Rodrigues (1999) coexistem 3 diferentes perspetivas sobre o papel da engenharia na sociedade:

- *perspetiva do ofício*: a engenharia é vista como uma atividade manual responsável pela produção industrial. Os seus profissionais são reconhecidos como o topo da hierarquia manual, aos quais são apenas necessários os conhecimentos técnicos. Nesta perspetiva não se valoriza a formação abstrata, mas a competência prática do *saber-fazer*.

Esta perspetiva é originária da Inglaterra e deu origem à formação em engenharia de curta duração e com carácter prático (em Portugal, e como em ponto anterior deste trabalho referimos, esteve presente na conceção dos Bacharelatos em engenharia que eram lecionados no ensino politécnico e formavam os Engenheiros Técnicos);

- perspetiva da gestão: o papel atribuído à engenharia centra-se na gestão empresarial e industrial. Os seus profissionais têm tarefas de gestão que beneficiam de conhecimentos especializados ao nível da produção. A sua formação deve focar-se no saber técnico e empresarial (*saber-gerir*), mas não se valoriza o *saber-fazer*. Esta perspetiva desenvolveu-se nos Estados Unidos da América;

- perspetiva dos estratos: o papel atribuído à engenharia enquadra-se nos níveis da hierarquia superior do Estado e das organizações, cabendo-lhe promover a *cientifização* do estado (Jamisson, Kolmos and Holgaard, 2014), da sociedade e das organizações. Nesta perspetiva é muito valorizada a formação académica (*saber*) e a formação para a liderança. Também se valoriza muito o grau, diploma e a diferenciação das escolas de formação. Esta perspetiva teve origem na França, e atualmente encontra-se consolidada em países como França, Suécia, Alemanha e Portugal.

Para Jamisson, Kolmos & Holgaard (2014) as diferentes conceções do papel da engenharia na sociedade contemporânea podem-se dividir em:

- perspetiva científica, que atribui à engenharia o papel de aplicar o conhecimento científico na construção de equipamentos e ferramentas práticas. Nesta perspetiva os seus profissionais são vistos como especialistas com profundos conhecimentos científicos (*saber*);

- *perspetiva económica*, em que a engenharia é vista como o promotor da inovação tecnológica. Nesta perspetiva, os engenheiros/as são vistos como empreendedores fundamentais ao sistema económico e a sua formação centra-se no *saber-fazer* prático;

- *perspetiva integrativa*, que vê a engenharia como um serviço público. Neste âmbito, os engenheiros/as são reconhecidos como cidadãos e elementos de intervenção e transformação social e na sua formação é fundamental incorporar dimensões do *saber*, do *saber-fazer* e do *ser*.

Cada uma das 3 diferentes conceções do papel da engenharia é coerente com as três diferentes missões atribuídas ao ensino superior: *perspetiva científica* (que privilegia a ciência como um bem em si mesmo, e, portanto, o *saber*); *perspetiva económica* (em que o objetivo central é a promoção do crescimento económico, e portanto, o *saber-fazer*) e *perspetiva humanista* (em que se almeja uma formação integral – *saber*, *saber-fazer* e *ser* – com vista à construção do bem comum).

2.2- Objetivos e Metodologia do 1º estudo

No intuito de contribuir para a compreensão da questão central de investigação que orienta o presente estudo (Como é que as instituições de ensino superior portuguesas que lecionam cursos de engenharia incorporam o debate sobre o papel da engenharia no presente e no futuro e a necessidade de formação ética dos seus estudantes?), o presente capítulo foca-se na análise das missões das instituições de ensino superior que lecionam cursos de engenharia. Esta análise pretende promover uma melhor compreensão sobre o papel que as missões reconhecem e assumem oficialmente e o lugar que nela ocupa a formação ética dos estudantes de engenharia.

A missão das instituições de ensino superior abarca a responsabilidade que assumem enquanto instituições de ensino superior, mas também enquanto instituições que formam os futuros profissionais da área da engenharia. Neste sentido, as suas missões incorporam a conceção que as instituições têm sobre o papel que o ensino superior desempenha na sociedade, bem como o papel que nela tem a engenharia. Em resultado destas duas conceções, a formação ética dos estudantes tomará diferentes relevâncias.

De acordo com o enquadramento apresentado neste capítulo torna-se pois importante conhecer que missões as instituições portuguesas de ensino superior que lecionam cursos de engenharia reconhecem e assumem e que conceções estas revelam. Assim, o estudo que se apresenta neste capítulo teve por objetivos conhecer:

- 1- que obrigações as instituições de ensino superior que lecionam cursos de engenharia em Portugal assumem na sua missão oficial;
- 2- que conceções sobre o papel da engenharia na sociedade estão presentes nas missões das instituições de ensino superior que lecionam cursos de engenharia em Portugal;
- 3- se as instituições de ensino superior que lecionam cursos de engenharia em Portugal reconhecem a necessidade, e como tal a missão, de proporcionar formação ética aos seus estudantes.

Estes objetivos concorrem para a compreensão da questão de investigação ao permitir conhecer que conceções as instituições de ensino superior que lecionam cursos de engenharia têm sobre o seu próprio papel e sobre o papel da engenharia na sociedade, e em consonância com estas conceções, se assumem ou não a missão oficial de promover o desenvolvimento ético dos seus estudantes.

Do ponto de vista metodológico recorreu-se a uma metodologia mista, que incorporou uma dimensão qualitativa ao nível da interpretação dos textos, e uma dimensão quantitativa ao nível da organização e interpretação dos resultados (Amaral, 2009).

Procedeu-se à recolha documental (Albarelllo, Digneffe, Hiernaux, Maroy, Ruquoy & Saint-Georges, 2011) das missões oficiais das instituições de ensino superior que lecionam cursos de engenharia que estavam disponíveis *online* nos sítios oficiais das respetivas instituições ou no Diário da República. Os textos que definiam as missões de cada instituição foram analisados recorrendo a análise de conteúdo (Amaral, 2009; Bardin, 2014). A análise possibilitou a construção de diferentes categorias que foram agrupadas em consonância com a fundamentação teórica apresentada. O estudo e análise

das frequências de cada categoria e dos conjuntos de categorias possibilitaram a extração de conclusões a partir dos dados quantitativos. Os resultados desta análise possibilitaram a produção de um artigo intitulado “From the dominant engineering education perspective to the aim of promoting service to humanity and the common good: the importance of rethinking engineering education” que foi publicado no *European Journal of Engineering Education* (Pages 1-15 | Accepted 25 Jan 2018, Published online: 05 Feb 2018).

2.3- Apresentação do artigo

Fátima Monteiro, Carlinda Leite e Cristina Rocha (2018a). From the dominant engineering education perspective to the aim of promoting service to humanity and the common good: the importance of rethinking engineering education. *European Journal of Engineering Education*, DOI: 10.1080/03043797.2018.1435630



From the dominant engineering education perspective to the aim of promoting service to humanity and the common good: the importance of rethinking engineering education

Fátima Monteiro ^{a,b}, Carlinda Leite^b and Cristina Rocha^b

^aInstituto Superior de Engenharia de Coimbra – IPC, Coimbra, Portugal; ^bFaculty of Psychology and Educational Sciences – UP, CIE – Centro de Investigação e Intervenção Educativas, Porto, Portugal

ABSTRACT

Recognising the broader role and impact of engineering in contemporary society makes it necessary to rethink engineering education to strengthen its purpose of service to humanity and to the common good. From this perspective, future engineers need a more comprehensive education that is not only bound to the technical area but also incorporates critical reflection and ethical education. With the objective of facilitating the process of rethinking engineering education, the present study analyses the official mission of Portuguese higher education institutions offering engineering courses to identify current engineering education conceptions and the importance attached in them to the service to humanity view. The results reveal that the dominant conception is centred on the economic view of engineering and of the engineer. These results reinforce the need to build a new perspective that strengthens the role of engineering as a service to humanity, social justice and the common good.

ARTICLE HISTORY

Received 28 February 2017
Accepted 25 January 2018

KEYWORDS

Engineering education; critical reflection; social justice; sustainability; service to humanity; conception of engineering

1. The role of engineering in society and the mission of higher education

The role that engineering occupies in contemporary society is so dominant that it is essential to consider the objectives and concepts that underlie the training of engineering professionals. Engineering plays a strong role in the forming of social habits by shaping daily life in contemporary societies and defining social, economic and environmental developments (Johnston, Lee, and McGregor 1996; Rego and Braga 2014). Due to its interference in such vast areas, engineering takes on a vast role in the individual and collective daily life, as well as in the development and consolidation of economic models. Accordingly, engineering also has an important impact on the environment of contemporary society.

While the importance of engineering in contemporary society is widely recognised, the same does not apply to the role it has, or must have, on society. According to Jamisson, Kolmos, and Holgaard (2014) and Dubreuil (2007), there are currently three perspectives regarding the role of engineers and engineering in society. Each of these perspectives has a corresponding conception regarding various views of higher education, and each of these conceptions or viewpoints result in different perspectives regarding the main goals of engineering education, which, accordingly, lead to different curricular constructions and diverse pedagogical and didactical methodologies (Jamisson, Kolmos, and Holgaard 2014).

One perspective understands engineering as 'knowing how to transfer and translate scientific knowledge into practical applications' (Jamisson, Kolmos, and Holgaard 2014). From this perspective,

engineers are regarded as applied scientists and specialists that instrumentally transform theoretical knowledge. The engineer is perceived as *an expert* or professional whose technical and professional knowledge allows him or her to advise political and institutional decision-makers. This perspective is also consistent with Dubreuil's (2007) theory of *professional ideology* and with the *discourse of engineering science*, as discussed by Johnston, Lee, and McGregor (1996). Hence, this perspective is designated the *scientific view* of engineering and is closely related with the notion that the role of higher education in society is that of a 'beacon of knowledge' that is grounded in the modern perspective of the supremacy of reason and the pursuit of knowledge as an end in itself (Magalhães 2006). As such, this perspective constitutes a scientific view of the role of higher education.

A second perspective highlights engineering as the 'creator of applied technological innovation', which enables and acts as the basis of industrial and entrepreneurial dynamism (Jamisson, Kolmos, and Holgaard 2014). The engineer is considered to be a professional who creates technical innovations and turns them into commercial products. In Dubreuil's (2007) analysis, this perspective is consistent with the view of engineering and of the engineer that is centred on the *liberal ideology* and on the *discourse of engineering business and commerce*, as referenced by Johnston, Lee, and McGregor (1996). This perspective, designated as the *economic view* of engineering, relates to the same perspective on higher education in which the main goal is training, particularly professional training (Magalhães 2006; Imaginário and Castro 2011).

Under the third perspective, engineering is regarded as a 'public service to society' (Jamisson, Kolmos, and Holgaard 2014). From this viewpoint, the engineer is considered to be an agent of change committed to progressive social change and sustainable development. In this sense, the engineer belongs to a wider field of action that contemporaneously embraces not only the complexity of challenges that humanity faces but also the way in which society integrates the technology created by engineering. This perspective designates engineering as a *service to humanity and to the common good*. This is consistent with the perspective that contends that higher education must be dedicated to building character and personality and must be focused on a cultural perspective and on the importance of a liberal education (Magalhães 2006; Imaginário and Castro 2011). According to Magalhães (2006), this perception of higher education originates in England and is grounded on the importance of the integral development of students, while also attending to the importance of science, research and professional training.

Furthermore, it should be pointed out that although the three perspectives of engineering coexist within society, their weight is not equally distributed. Jamisson, Kolmos, and Holgaard (2014) claim that the view of engineering as a public service to society is the least common one. This is perhaps best explained by the historical view according to which, following Dubreuil (2007), engineering was morally neutral and therefore free of values, and the engineer was a mere technician who needed only to have technical-scientific training. According to Davis and Feinerman (2012), this apparent neutrality of engineering does not account for the means and ends in the service of which this specialised knowledge may be used, nor does it account for the potential consequences it can have in a society marked by globalisation (Rego and Braga 2014). The perspective of the neutrality of engineering limits the role of the engineer to an instrumental and technical level, and limits his range of action to the field of industry. Accordingly, engineers are not designated with a role committed to the socio-political construction of societies.

As previously stated, the three perspectives on engineering are consistent with the different roles ascribed to higher education, as presented by several authors (Magalhães 2006; O'Banion 2010; Imaginário and Castro 2011). According to Magalhães (2006), the coexistence of different perspectives on higher education, namely, the liberal, technological, critical, experiential, professional and humanistic perspectives, is not new. However, what is highlighted as a novelty since the twentieth century is the growth of the perspective based on a 'new identity of higher education: the entrepreneurial/business narrative and the market narrative' (Magalhães 2006, 27), which is based on a productivist perspective and focused on the market narrative and on accountability, efficiency, performance and productivity (Magalhães 2006). In this understanding of the role of higher

education, knowledge is valued as a negotiable commodity (Amaral 2009), and higher education and the knowledge produced by it are regarded as the rationale of economic competitiveness (Ramos 2010). Magalhães (2006) stresses that this new perspective may lead to the 'dissolution of the identity of higher education under the weight of its economic function' (Magalhães 2006, 30), a belief that is shared by Silva (2013), who highlights the need and the importance of higher education to debate and define current its mission.

2. The challenge of engineering education in contemporary society

The recognition of the broader role and impact that engineering has in contemporary society makes it necessary for higher education institutions, as Didier and Derouet (2013, 1580) defend, to 'educate future engineers to be more than just technical'. Nussbaum (2014) goes further and states that, under the current conditions, it is crucial to educate engineers to understand the complexity of contemporary times and to think critically and analyse policies, economic information and social interactions. In this sense, Conlon (2013) and Nussbaum (2014) consider that in contemporary times, strongly marked by globalisation and by profit, the curriculum of engineering should include content that promotes critical reflection and that embraces different areas of knowledge, ethics and social responsibility. Similar to Freire (1994), Nussbaum (2014, 74) criticises an education that is limited 'to placing facts and conditioned responses in the minds of students' and that inhibits the development of critical thought and compassion for others.

Other authors (Ehrlich 2000; Didier and Derouet 2013) also consider it essential to promote the reflective, critical, ethical, moral and civic development of engineering students. For Schexnayder and Anderson (2011, 730), 'engineering education needs more breadth and depth'. This author believes that great focus is currently placed on the concept that knowledge is power but also stresses that education is not just knowledge, and hence, it should encompass more than just the transmission of knowledge.

In accordance with this perspective, the economic and business sectors require that higher education institutions also train engineers in non-technical areas, such as soft-skills, critical thinking and creativity (Clemente, Vieira, and Tschimmel 2016). According to Allenby (2011, 1), 'the necessity of restructuring engineering education has been recognised for many years, but for a number of reasons reform is becoming increasingly urgent'.

Although these questions may also apply to other areas of knowledge, it is necessary to consider that the engineering activity is preponderant as, following Rego and Braga (2014, XVII), 'there is, perhaps, no other professional activity with higher impact on the society than the one of engineers'. In fact, the presence of engineers' work is so embedded in the daily routine that society has become dependent on engineering, despite being unaware of its action. Engineering is present in almost all activities as well as in the many technologies used daily that, directly or indirectly, influence individual and collective behaviours. Rego and Braga (2014, XVII) believe that the action of engineering cannot be measured, and if 'nothing escapes the intervention of engineers, almost everything demands their ethically responsible action so that the life and well-being of humans are safeguarded'. Indeed, engineering is present in humanity's rapid development throughout the past centuries, in the improvement of the living conditions of certain populations, and in the rapid devastation of the environment. In other words, while the actions of engineers promote progress and well-being, on the one hand, they can also be potentially lethal, on the other hand.

3. Rethinking engineering education

Given the above evidence, several authors (Ehrlich 2000; Riley 2008; Schexnayder and Anderson 2011; Sunthonkanokpong 2011; Conlon 2013; Didier and Derouet 2013; Jamisson, Kolmos, and Holgaard 2014; Nussbaum 2014; Phillips, Mazzauro, and Joslyn 2015) consider it urgent to rethink engineering education with the aim to intensify the role of engineering in the construction of a more humane,

peaceful, just, equitable and sustainable society. This perspective does not aim to deny or hide the immeasurable positive contribution of engineering throughout history to the development of humanity; rather, it aims to rethink, reinforce and reframe the teaching of engineering towards a conception of engineering as a service to humanity and to the common good.

Based on this goal, engineering education should include solid scientific and technical training combined with an ethical and humane perspective that endorses social justice (Santomé 2012), democracy, respect for cultural diversity and human rights, while also safeguarding human dignity and nature (United Nations 1999; Moita 2001; Pureza 2001; Jonas 2015). Peinado (2001) posits that education should also involve the commitment to eradicate poverty and reduce inequality. This author further notes that these aspects are also interrelated with globalisation, especially in their economic and technological features, which then plays a role in the increasing inequalities between the North and the South.

Thus, Riley (2008) stresses that it is essential and urgent that engineering question its link to the greater economic and business interests. This author believes that engineering students must be trained to promote social justice and peace, and also stresses the need to incorporate within the curriculum the development of critical thinking and reflective decision-making as a means to promote social justice. Otherwise, the author warns, engineering professionals will continue to be accomplices to a socio-economic system that generates social injustice. To this end, the author stresses that education plays an important role in ensuring that engineering can be a service to humanity and to the planet.

Similarly, Johnston, Lee, and McGregor (1996) argue that engineering will only cease to be captive to economic and political interests when it begins to consider the context of its actions and reflecting on the responsibility of the multifaceted consequences of its actions. According to these authors, this change also implies a change in engineering education that should be reflected in the mission of the institutions that offer engineering courses.

4. Perspectives and conceptions in the mission of engineering courses of higher education institutions in Portugal

To better understand the analysis of the perspectives and perceptions present in the mission of engineering courses in Portuguese higher education institutions, a brief overview of engineering education within the higher education system in Portugal is presented.

4.1. Framework of engineering higher education in Portugal

Historically, it must be acknowledged that the integration of engineering in higher education was only possible when the conception of the role of higher education and the conception of the role of engineering in society became compatible with one another.

For instance, the integration of engineering in higher education occurred at different times, sometimes centuries apart, and in different countries due to the different perceptions adopted. For example, in France, this integration dates from the eighteenth century, when the conception of higher education (focused on professional training [Magalhães 2006]) and the conception of engineering shared the mission of training the leaders who would occupy the higher positions of the State hierarchy, which was essential for transforming French society into a scientific society (Jamisson, Kolmos, and Holgaard 2014).

In turn, in England, it was not until the twentieth century that engineering became part of higher education courses. The English perspective of the role of higher education, which focused on the integral development of individuals (Magalhães 2006), was incompatible with the perception of engineering and engineers, which perceived engineering as merely a technical action that required engineers to have only practical training rather than a higher education (Rodrigues 1999).

University education in Portugal originated in the polytechnic schools of Lisbon and Porto, which were established in the nineteenth century following the engineers' training model of the French *École Polytechnique*. In the beginning of the twentieth century, these two schools were integrated at the University of Lisbon and at the University of Porto, originating the current engineering education at the university level (Azevedo 2013). Influenced by the *École Polytechnique* and its engineering training model (which aimed to prepare its students to assume the task of creating a new scientific society [Jamisson, Kolmos, and Holgaard 2014]), the university teaching of engineering focused on a strong theoretical, mathematical and scientific component. This view of engineering is translated into specific mission concepts of the institutions that offer engineering courses.

However, engineering training in Portugal also exists in the polytechnic higher education system. This higher education subsystem originated in the commercial and industrial schools that trained technical professionals and was integrated into the higher education institutions at the end of the nineteenth century. These schools trained, and still train, auxiliary engineers, who are hierarchically below the engineers trained at universities (Rodrigues 1999). Unlike the higher education at a university, polytechnic higher education courses follow the British short-term, professional training model that is based on the know-do concept and is closely linked with the industry. This conception is reflected in the definition of the different missions of the polytechnic institutions that offer engineering courses.

The separation between the two subsystems persisted until 2008, when the implementation of the Bologna process occurred (Law No.62 2007). After this curricular and organisational reorganisation, some engineering courses at the university level began to represent a mixed model with characteristics similar to those of the polytechnic educational institutions (Monteiro, Leite, and Rocha 2017).

Despite the coexistence of two subsystems in engineering education with different historical and legal foundations, this study is justified in considering them together, as what is being analysed are not the two subsystems but, rather, the training of the engineers.

4.2. Objectives and methodology

As was previously referenced, the integration of engineering in higher education was the result of the compatibility and coherence between the conceptions of the roles that higher education and engineering have in society, and the conception of the role of engineering in society is reflected in to the view of the role of engineers in society. Accordingly, it is expected that the goals and missions defined by each view (regarding the roles of engineering and engineers in society) exert influence on the curricular focus and curricular and pedagogical strategies. Hence, the engineering education model is mainly influenced by the perceptions of the role of higher education and the role of engineering in society (Jamisson, Kolmos, and Holgaard 2014), and these two roles should be coherent with one another. From this perspective, it is not logical for a higher education institution in the field of engineering to conceive of engineering as a service to the community while regarding higher education from an economic-oriented perspective.

With this in mind, this study aimed to (i) identify the current engineering education conceptions presented in the missions of Portugal's higher education institutions offering engineering courses; (ii) identify the dominant conception and (iii) identify the importance attached to the *service to humanity* view in current engineering education conceptions.

These conceptions/views of engineering education reveal some conceptions about the roles of engineering and higher education. This aim was achieved by analysing the missions of the universities and polytechnic higher education institutions in Portugal that offer engineering training/education to identify the references to their views regarding the roles of higher education and/or engineering in society.

The fact that 'the function of mission statements is to guide the whole process of strategic planning' and that these statements define what the institution 'wants to be and whom it serves' (Ozdem 2011, 1888) justifies the focus on mission statements. Still, according to this author, the mission

defines a set of goals and objectives that institutions aim to reach. Hence, the mission stated by each higher education institution determines the planning and idealisation of their political-pedagogical project. The political-pedagogical project of an educational institution drives the training of its students according to certain conceptions of society (Veiga 1998) and to the role, they must take as professionals.

The relationship between the mission of higher education institutions and its practice is reinforced by the study of Velcoff and Ferrari (2006), which found a positive relationship between the mission of the 35 universities studied and their activities. Also, Davis et al. (2007) concluded in their study that students from higher education institutions whose missions gave greater emphasis to ethical values presented themselves stronger ethical values when compared to students from institutions whose missions did not. In this sense, Ozdem (2011) argues that there is a relationship between the mission and the strategic plans of higher education institutions.

In this sense, these official missions translate a sense of the mission embedded in the perspectives and concepts regarding the responsibilities of the institutions of higher education and the trainers of engineering professionals. At the institutional level, the project determines the goals and general guidelines driving the construction of the curriculum of each course (Veiga 1998; Ozdem 2011).

Methodologically, and for the reasons stated herein, the data are presented by referencing the subsystem, i.e. polytechnic or university, to which it belongs. Distinguishing between the polytechnic and the university subsystem in the analysis is justified by the nature of the legally ascribed mission for each type of institution and the different historical background of each institution.

The study began by collecting the official missions listed on each institution's official website or on its statutes, as published in *Diário da República*. These missions were later analysed using content analysis (Amado 2014). For the analysis process, the computer software used was MaxQDA (VERBI, Software GmbH, Berlin, German).

Resorting to documentary research, the data were collected in 2016 and encompassed all non-military public institutions of the two subsystems, i.e. university and polytechnic, that offered engineering courses in Portugal. As Table 1 indicates, the analysis covered the official missions of engineering higher education schools and colleges (EngHESs) as presented on their official websites and/or in their statutes, as follows: 13 EngHESs from the university subsystem and 20 EngHESs from the polytechnic subsystem.

Departing from the theoretical framework, the analysis focused on identifying the references made to the different goals/views of engineering in the legal missions of EngHESs. The references found were grouped into (non-exclusive) categories that emerged from the analysis. The emergent categories allowed the identification of characteristics associated with the three views that theoretically frame this study, namely, the *scientific*, *economic*, and *service to humanity* views. A summary of them, which is found in Table 2, is based primarily on the theoretical foundation presented earlier in this paper and on the ideas of Jamisson, Kolmos, and Holgaard (2014).

5. Results and analysis

The analysis of the EngHESs made it possible to verify that the three views coexist in the various missions. Although in some cases the missions only refer to categories from one perspective, in the majority of cases, several views are referenced. With the objective of identifying the dominant

Table 1. Number of engineering higher education schools and colleges (EngHESs) covered in this study given the higher education subsystem and the academic degree for the courses offered.

	First degree courses	Integrated master's courses	Engineering higher education schools or colleges
Polytechnic subsystem	86		20
University subsystem	40	58	13
Total (First degree courses + Integrated Master's):	184		Total: 33

Table 2. Summary of the three views that theoretically frame this study, i.e. scientific, economic and service to humanity, regarding the role of engineering, engineers and higher education.

	Role of higher education	Role of engineering in society	Social role of engineers
Scientific view	Oriented towards the development of knowledge as good in itself	Transfer and translate scientific knowledge into practical applications	The engineer is an expert/specialist whose main role is to advise
Economic view	Oriented towards professional training and focused on promoting economic development and competitiveness	Create applied technological innovation that enables entrepreneurial and industrial dynamism	The engineer is a professional who creates technical innovations and transforms them into commercial products
Service to humanity view	Oriented towards the development of the personality and character and focused on the importance of the integral training of the student	Provide a public service to society. Oriented towards the development of humanity, social justice and sustainability	The engineer is an actor and an active citizen in social construction and change

views in the missions, all were subjected to content analysis, from which 28 categories emerged, as presented in Table 3. The emergent categories were then organised into the three previously presented views, i.e. *scientific*, *economic* and *service to humanity*, following the theoretical framework. The distribution of the categories among the three views considering the framework after the triangulation between the authors is present in Table 3. The table includes some excerpts from the documents to illustrate the references present in the missions.

As presented in Table 3, the missions of the EngHESs gave rise to a higher number of categories associated with the *economic* view and *service to humanity* view than with the categories associated with the *scientific* view. This fact can indicate that the EngHESs attach less importance to the scientific view, or refer to it using fewer facets of the *scientific* view; however, to test this hypothesis, it is necessary to quantify the references to each category and each view. On the other hand, the presence of several categories (9) in the *service to humanity* view is an indicator that EngHESs already recognise and refer in their missions to multiple facets associated with engineering as service to humanity. The *economic* view also presents several categories (10) that translate several facets of this view present in the EngHESs' missions.

5.1. Current engineering education perspectives presented in the missions

To identify the perspectives present in the EngHESs' missions, a global analysis of the EngHESs' missions was performed: the references were counted and organised according to category, type of higher education institution (polytechnic or university) and type of view (*scientific*, *economic* and *service to humanity*). The analysis comprised all topics mentioned in the EngHESs' missions.

(A) Scientific view – oriented towards the development of knowledge as a good in itself

Figure 1 presents the number of references to categories associated with the *scientific* view (Table 3), according to the type of education subsystem.

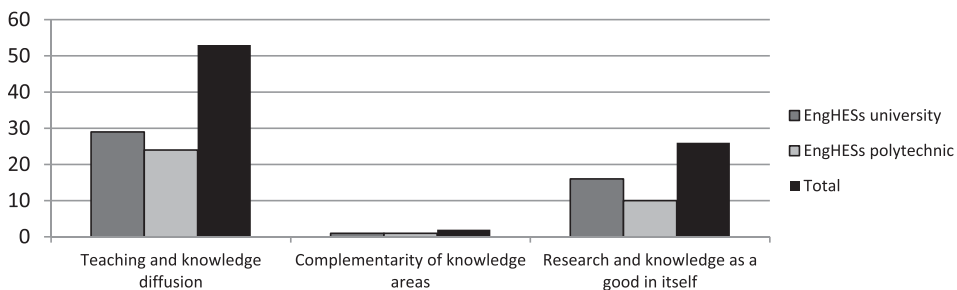
**Figure 1.** Distribution of the number of references made in the EngHESs missions to the categories from the *scientific* view, according to education subsystem.

Table 3. Summary of the emerging categories associated with the three views of engineering and the higher education mission with sample extracts.

Scientific view	
Emergent categories	Excerpts from the missions
Teaching and knowledge diffusion	'transmit and disseminate knowledge'
Complementarity of knowledge areas	'promote multidisciplinary learning'
Research and knowledge as a good in itself	'the realisation of fundamental and applied research activities'
Economic view	
Emergent categories	Excerpts from the missions
Excellence/accuracy/quality/standardisation	'student training with high quality standards'; 'create and transmit scientific knowledge according to international high standards; training of highly qualified professionals'
Competence and competitiveness	'train competent and well-prepared professionals' 'train citizens with high professional skills'; 'contribute to the competitiveness of the national economy through the transfer of technology, innovation and promotion of entrepreneurship'
Economic development/economic valuation of knowledge	'economic valuing of scientific knowledge'
Professionalism/qualification	'train highly qualified professionals'
Information/knowledge society	'In the context of globalisation, knowledge becomes an added value product; institutions compete for the application of their research'
Technological development/progress	'ensure the permanent innovation and consistent progress of the knowledge society, culture, science and technology'
Entrepreneurship/employment	'foster the initiative, entrepreneurship and professional competitiveness of young professionals'
Market/productivity	'generating high levels of productivity and competitiveness'
Permanent innovation	'ensure the permanent innovation and consistent progress of the knowledge society'
Merit/leadership/success	'in the context of elimination of economic and cultural barriers and the attraction of the best human resources for the projects'
Service to humanity view	
Emergent categories	Excerpts from the missions
Integral education of the individual	'adopt a project for each individual global training'
Promotion of critical reflection	'foster the development of critical thinking'
Promotion of solidarity, social justice and equity	'train free, creative, critical and caring citizens'; 'promote social justice and enlighten responsible citizenship'
Environment and sustainability	'a transversal training that turns them into citizens of the world, creative and independent, responsible and professional, tolerant and aware of environmental, cultural and human challenges of a society that is desired to be sustainable and equitable'
Multiculturalism	'cultural cooperation and exchange'; 'international cooperation, comprehension and help among people'
Promotion of democracy	'within an environment of democracy and participation'
Active citizenship/civics education	'developing their commitment to an ethical behaviour, with respect for others and for society, preparing them to be demanding, informed, productive, responsible and actively involved citizens in the cultural, educational, economic, scientific, social and political development of the community'
Service to society/humanity	'reinvent the future and create effective solutions for current social challenges'; 'in the service of mankind, with scrupulous respect for all its fundamental rights'
Ethics/human education	'provide students with demanding learning conditions for multiple competences of personal and ethical development'; 'provide the harmonious development of the human being'

The results indicate that the majority of references made in the EngHESs' missions (total of 53) are to the category *teaching and knowledge diffusion*. It further indicates that there are very few references made to the category *complementarity of knowledge areas* (2). Additionally, there are 26 references regarding the category *research and knowledge as a good in itself*.

Thus, with respect to the *scientific* view, there is some similarity between the missions of university and polytechnic EngHESs, but polytechnic education makes fewer references to the categories of this view than university education. University education is legally more engaged in research as a good in itself, which may explain why polytechnic education refers less to this category. The Portuguese legislation orients polytechnic education for professional training and applied research.

(B) Economic view – oriented towards professional training and focused on promoting economic development

Similar to the case of the *scientific* view, the analysis comprised the counting of the references made in the 33 EngHESs institutions' missions to values, concepts and features related to the categories associated with the *economic* view as presented in Table 3. Figure 2 presents the distribution of references with respect to each category.

Figure 2 indicates that the category *economic development/economic valuation of knowledge* is the one with most references (67 times in the missions of the 33 EngHESs). This is followed by the category *permanent innovation* (31 times) and by *excellence/standardisation* (30 times). The least mentioned categories are the *merit/leadership/success* and *information/knowledge society*.

It is further noted that the institutions from the polytechnic and from the university subsystems have a similar number of references to categories associated with the *economic* view, except in the *professionalism/qualification* category, in which the polytechnic presents more references than the university. These data are consistent with the traditional and legal polytechnic perspective focused on professional training.

The reference to economic development can be understood in light of the international emphasis on the economic role of knowledge, technology and scientific innovation.

(C) Service to humanity view – oriented towards the development of the common good, social justice and sustainability

Figure 3 presents the number of references made to the different categories associated with the *service to humanity* view (Table 3) in the missions of the EngHESs.

It is noted that the highest number of references fall within the category *service to society/humanity* (29 times). This is followed by *multiculturalism* (27 times).

Figure 3 emphasises that, for the *service to humanity* view, there is not a great discrepancy between the results of polytechnic education and university education, except in the most mentioned categories. Although polytechnic education makes more references to *multiculturalism*, it has significantly fewer references to the *service to society/humanity* category than university education. The polytechnic EngHESs also refer less to the facets of the category *promotion of democracy* but they refer more often to the mission of civic development of their students.

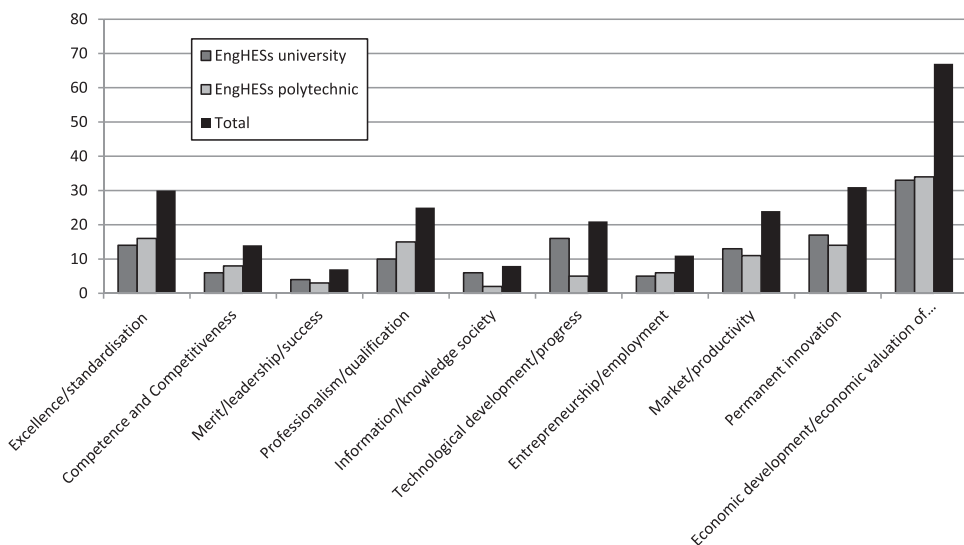


Figure 2. Number of references made to the various categories considered within the *economic* view in the missions of the EngHESs.

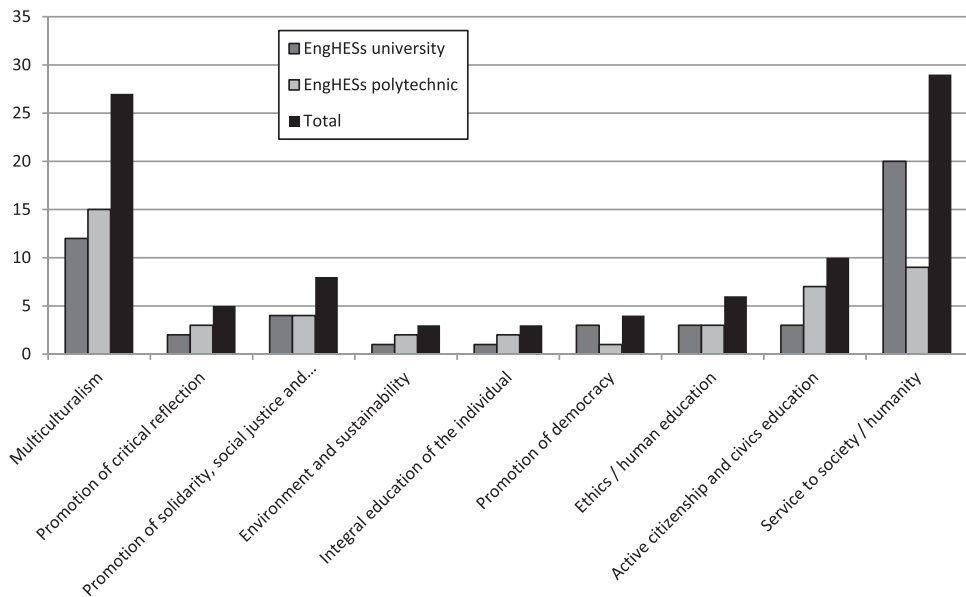


Figure 3. Number of references made to various categories associated with the view of *service to humanity* and the construction of social justice in the missions of the EngHESs.

5.2. Comparison of the three views: the dominant perspectives

Table 4 enables the comparison among the results concerning each of the three views presented in the EngHESs' missions. The table presents the percentages of the references made to all categories of each of the three views, calculated based on the total number of references of each subsystem and for the total of studied EngHESs.

Table 4 indicates that the largest number of references is to the categories within the *economic* view, i.e. 57.5% of all references in the EngHESs' missions. In contrast, references to the *service to humanity* view have the highest value in polytechnic education with 23.6% of the references. Categories associated with the *scientific* view are the least referenced, corresponding to only 19.6% of all references. This finding suggests that although the *scientific* view is still present in the missions of higher education institutions, it is currently being replaced by the *economic* view. These results are consistent with previous research (Magalhães 2006; Amaral 2009).

Table 4 indicates that the *service to humanity* focus is also present in the missions of higher education institutions, even though it is much less pronounced than the *economic* view. The fact that the EngHESs make more references to categories from the *economic* view than from the sum of the references to the categories of *service to humanity* and *scientific* views, confirms that in the EngHESs the *economic* view is the dominant perspective. Furthermore, this view, which is oriented towards economic development and competitiveness, values knowledge, the role of engineering and the role of engineers, all according to their economic worth.

Table 4. References to all categories associated with the *economic* view, the *service to humanity* view and the *scientific* view, by percentage (depending on the total number of references of each subsystem) and by educational subsystem.

	Economic vision	Service to humanity vision	Scientific vision
EngHESs university	56.6%	22.4%	21.0%
EngHESs polytechnic	58.5%	23.6%	17.9%
total EngHESs	57.5%	22.9%	19.6%

5.3. Analysis by institution: the importance attached to the service to humanity view

The analysis also entailed a deeper exploration of each of the 33 EngHESs that offer engineering courses in Portugal. The percentage of the references made to categories associated with the *economic* view, *scientific* view and with the *service to humanity* view categories was calculated, as well as the respective averages, for each higher education system, i.e. university and polytechnic. The aim is to understand the importance attached to the *service to humanity* view taking into account the number of references made to this view in comparison with the other views.

Figure 4 presents the results regarding the 20 EngHESs of the Polytechnic subsystem. The horizontal numbers 1–20 represent each one of the 20 EngHESs in the polytechnic system. Figure 4 also presents the average of the percentages for each one of the visions (dotted line for the *economic* view, dashed line for the *scientific* view and continuous line for the vision of *service to humanity*).

According to Figure 4, in the polytechnic system, only one EngHES has a mission that is entirely focused on the *economic* view, and five institutions make no references to categories associated with the *service to humanity* view. The graph also indicates that the average reference to the *economic* view is 59.2%, to the *scientific* view is 20.7% and to the *service to humanity* view is 20.1%.

As in the case of polytechnic education, Figure 5 shows that the importance (translated as the number of references made) given to the service to humanity view in the missions of the studied EngHESs is the lowest of the three visions. On the other hand, in 3 of the 20 EngHESs of the polytechnic subsystem, the *service to humanity* vision is the vision whose categories are most referenced.

The same procedure was followed for the university subsystem, and Figure 5 reveals the percentages for the 13 EngHESs of the university system. The horizontal numbers 1–13 represent each of the 13 EngHESs in the university system.

Figure 5 indicates that the EngHESs of the university subsystem make fewer references to the *service to humanity* view and to the *scientific* view than they do to the *economic* view. This is also clear in the difference between the averages, which reveals a substantial difference between the three views. The percentage of references to the *economic* view (50.4%) corresponds to half of the total references. As in the case of polytechnic education, Figure 5 shows that the importance (translated as the number of references made) given to the *service to humanity* view in the missions of the studied EngHESs is the lowest of the three views. In the EngHESs of the university subsystem, none

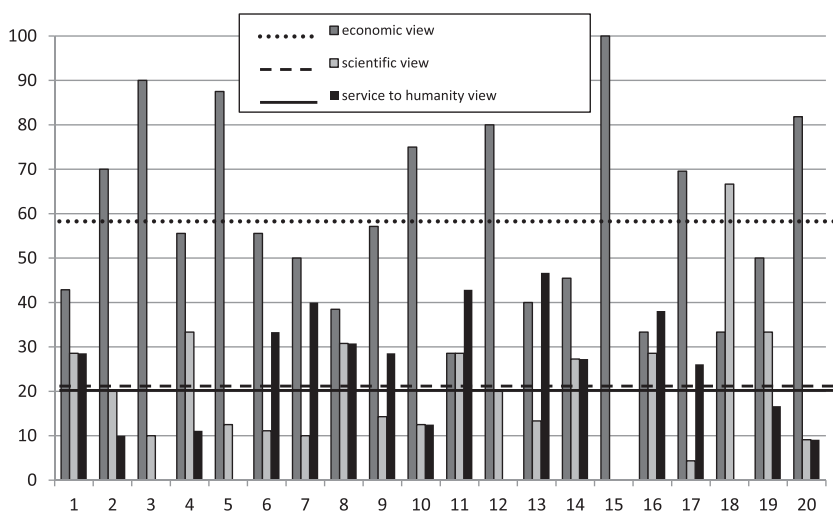


Figure 4. Percentage of references made to the 20 EngHESs of the polytechnic subsystem and the average of the percentages for each one of the visions (dotted line for the *economic* view, dashed line for the *scientific* view and continuous line for the vision of *service to humanity*).

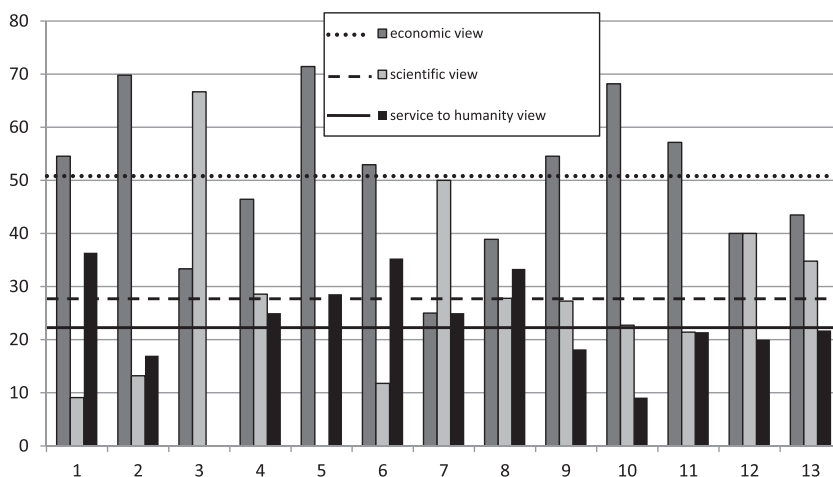


Figure 5. Percentage of references made to the 13 EngHESs of the university subsystem and the average of the percentages for each one of the visions (dotted line for the *economic* view, dashed line for the *scientific* view and continuous line for the vision of *service to humanity*).

presents references to categories of a single view and none presents the view of *service to humanity* as the view with the most references.

On average, in the university system, the references to the categories related to the *service to humanity* view correspond to 22.4%, whereas in the polytechnic system, the references to the categories related to this view correspond to 20.1%. The graph also shows that although the economic and scientific views vary significantly for the two subsystems, the *service to humanity* view remains almost the same in the two subsystems. This indicates that although university education seems to attach less importance to the *economic* view, it does so at the expense of a growing *scientific* view and not the *service to humanity* view. These data reinforce the results presented in points 5.1 and 5.2.

Figure 5 further indicates that in the university system, only one of the EngHESs does not refer to categories associated with the *service to humanity* view. It also reveals that two university institutions have a mission that is focused only on two of the views (one makes no references to categories associated with the *service to humanity* view, and the other makes no references to categories associated with the *scientific* view). The data of Figures 4 and 5 indicate that, in general, the EngHES attach much less importance to the *service to humanity* and to the *scientific* view when compared to the dominant view (*economic*).

6. Conclusions

This study began with the premise that the EngHESs official missions reveal their views on the role of higher education as well as on the role of engineering in society. Accordingly, the analysis of the official missions further infers the dominant view regarding the role of engineers in society.

According to data, it is possible to conclude that the dominant perspective among the studied EngHESs regarding the role of engineering education, of engineering, and, hence, of the engineer, reflects the *economic* view. This view values engineering as a promoter of economic development, and engineering knowledge as the generator of commercial goods, which constitutes the most frequently referenced category in the missions of the EngHESs.

Assuming that the mission adopted by each EngHES defines its educational goals, the data support the assertion that the EngHESs develop their training based on the perception that engineering and engineers are promoters of economic development. Engineers are expected to be efficient, technically competent and capable of creating marketable technological innovation.

From the point of view of the role that higher education plays in society, the results analysis indicates that, for those higher institutions that offer engineering courses in Portugal, the *economic* view is dominant in their missions. This is consistent with 'a new identity in higher education: the entrepreneurial/corporate and market narrative' (Magalhães 2006, 27).

Nonetheless, the prevalence of the *economic* view in the higher education institutions is not specific, nor is it exclusive of the institutions that teach engineering (Amaral 2009; Ramos 2010). However, the studied missions of the EngHESs cover the Portuguese engineering education institutions, and as such, it can be considered that they express the engineering faculty's perspective and their conceptions of engineering. Accordingly, the contents present in their missions are an indicator of a stronger connection of engineering education institutions to the perspective of service to the economic and business sectors. This link is not new and has been an ongoing issue in the history of engineering education (Noble 1977).

Conversely, the perspective focused on *service to humanity* and the common good is also present in the missions of some engineering teaching institutions (EngHESs), although its presence is subtle. These results confirm that, although some EngHESs already incorporate in their mission wider educational goals that involve critical reflection and ethical education, this perspective is less present. The question is whether the presence of references to features related to this view is translated into the curricular and pedagogical practices. The study developed by Monteiro, Leite, and Rocha (2017) with respect to the presence of ethical and civic training in the curricula of higher education engineering courses in Portugal concluded that only a small portion of the engineering courses include this component in the curricula, a finding that exhibits a consistency between the results from this study on the missions of EngHESs and the curricular practices of the studied institutions.

Hence, it seems that the *economic* view of engineering education proves to be dominant, which can translate into difficulties in providing students with a broad education also focused on the social, ethical and environmental dimensions of engineering. For an engineering education centred on *service to humanity* and the common good, it is necessary to promote a reflection on the consequences of engineering actions; to overcome the boundaries of the technical vision and instead encompass and recognise the objective and subjective reality of the other views; and to recognise the social and environmental role of engineering. Engineering education must promote different areas of knowledge that allow decoding, interpreting and understanding of the complex global and social relations, with an ethical vision of respect for others and for nature. It must further be acknowledged that the scientific and technical knowledge (know and know-do), while indispensable, should also include an educational component that promotes the development of the *being*. In this sense, Jamisson, Kolmos, and Holgaard (2014) consider that it is necessary to change the teaching of engineering from the market-driven mode to the integrative mode, thus combining the three curricular conceptions: know, know-do and being. The results also point towards the importance of studies that analyse how the missions are materialised in curriculum development and in the pedagogical practices.

In sum, the results of this study allow to infer that the training of engineers focuses on the requests from the economic and business sectors, which can impoverish the training of engineers, thus motivating the need for a profound reflection and change regarding the role of engineering in society and the engineering education conceptions. Engineering education should reinforce the view of *service to humanity* and the common good and should promote social justice and sustainability. It is expected that this profound rethinking will promote a more extensive and capable ethical and critical reflection about the actions of engineering in society and in the environment. As such, this paper contributes to rethinking the engineer's education in building a fairer and more sustainable society.

Disclosure statement

No potential conflict of interest was reported by the authors.

Notes on contributors

Fátima Monteiro (fatcmont@isec.pt), since 1995 is Adjunct Professor in the Instituto Superior de Engenharia de Coimbra (www.isec.pt) (Coimbra Engineering School, Portugal); have an academic background in Electrical and Computers Engineering, in Education and Adult Training and Education Science (Universidade do Porto); the current interests of research are within the interconnection between engineering education, philosophy and educational sciences, mainly in the field of ethics and civic education of engineering students', in the conception of the engineer as an social and political actor and the design, in the assessment of learning and in the designed and implementation of curriculum in engineering courses.

Carlinda Leite (carlinda@fpce.up.pt), is full professor of Faculdade de Psicologia e Ciências da Educação (www.fpce.up.pt) (Faculty of Psychology & Educational Sciences) – Universidade do Porto (Porto, Portugal); with PhD in Educational Sciences; is the author of several books, book chapters and articles in scientific journals; the current interests of research are: educational and curricular policies; education and multiculturalism; Assessment of learning; institutional evaluation and the quality of training; policies and teacher training models and teaching in higher education.

Cristina Rocha (crocha@fpce.up.pt), is associate Professor of Faculdade de Psicologia e Ciências da Educação (www.fpce.up.pt) (Faculty of Psychology & Educational Sciences) – Universidade do Porto (Porto, Portugal), with an academic background in Sociology and PhD in Educational Sciences; is the author of several books, book chapters and articles in scientific journals; the current interests of research are: Social history of the professions and professional knowledge; Sociohistorical family and childhood; family and childhood sociology; social policies and social protection contexts; training and social change systems.

ORCID

Fátima Monteiro  <http://orcid.org/0000-0002-4398-0809>

References

- Allenby, B. 2011. "Rethinking Engineering Education." *Proceedings of the 2011 IEEE International Symposium on Sustainable Systems and Technology*, 1–5. Chicago. doi:10.1109/ISSST.2011.5936869.
- Amado, J. 2014. *Manual de investigação qualitativa em educação*. Coimbra: Imprensa da Universidade de Coimbra.
- Amaral, A. 2009. "Tendências recentes dos sistemas de avaliação do ensino superior na Europa." *SÍFIO – Revista de Ciências da Educação* 12: 51–62.
- Azevedo, S. 2013. "Da Academia Polytechnica de 1837 à Faculdade de Engenharia de Hoje: 176 anos de estudos superiores de engenharia no Porto." *Newsletter da SPEE* 5: 20–22.
- Clemente, V., R. Vieira, and K. Tschimmel. 2016. "A Learning Toolkit to Promote Creative and Critical Thinking in Product Design and Development Through Design Thinking." *Proceedings of the 2nd International Conference of the Portuguese Society for Engineering Education*.
- Conlon, E. 2013. "Broadening Engineering Education: Bringing the Community in: Commentary on 'Social Responsibility in French Engineering Education: A Historical and Sociological Analysis.'" *Science and Engineering Ethics* 19 (4): 1589–1594. doi:10.1007/s11948-013-9476-x.
- Davis, M., and A. Feinerman. 2012. "Assessing Graduate Student Progress in Engineering Ethics." *Science and Engineering Ethics* 18 (2): 351–367. doi:10.1007/s11948-010-9250-2.
- Davis, J., J. Ruhe, M. Lee, and U. Rajadhyaksha. 2007. "Mission Possible: Do School Mission Statements Work?" *Journal of Business Ethics* 70: 99–110.
- Didier, C., and A. Derouet. 2013. "Social Responsibility in French Engineering Education: A Historical and Sociological Analysis." *Science and Engineering Ethics* 19: 1577–1588. doi:10.1007/s11948-011-9340-9.
- Dubreuil, B. 2007. *Imaginário Técnico e Ética Social: ensaio sobre o ofício de engenheiro*. Lisboa: Instituto Piaget.
- Ehrlich, T. 2000. *Civic Responsibility and Higher Education*. Westport: American Council on Education and Oryx Press.
- Freire, P. 1994. *Pedagogia do Oprimido*. São Paulo: Editora Paz e Terra. <http://bibliotecauergs.blogspot.pt/2011/05/livros-de-paulo-freire-disponiveis-para.html>.
- Imaginário, L., and J. Castro. 2011. *Psicologia da formação profissional e da educação de adultos – Passos passados, presentes e futuros*. Porto: Livpsic.
- Jamisson, A., A. Kolmos, and J. Holgaard. 2014. "Hybrid Learning: An Integrative Approach to Engineering Education." *Journal of Engineering Education* 103 (2): 53–273.
- Johnston, S., A. Lee, and H. McGregor. 1996. "Engineering as Captive Discourse." *Techné: Research in Philosophy and Technology* 1 (3/4): 128–136. doi:10.5840/techné199613/413.
- Jonas, H. 2015. *El principio de responsabilidad: ensayo de una ética para la civilización tecnológica*. Barcelona: Herder Editorial.
- Law no. 62/2007-Legal Regime of HEIs. 2007. *Diário da República*. Lisboa: Imprensa Nacional Casa da Moeda.

- Magalhães, A. 2006. "A identidade do ensino superior: a educação superior e a universidade." *Revista Lusófona de Educação* 7: 13–40.
- Moita, L. 2001. "O que é o pacifismo no nosso tempo?" In *Para uma cultura da paz*, edited by J. Pureza, 29–40. Coimbra: Edições Quarteto.
- Monteiro, F., C. Leite, and C. Rocha. 2017. "The Influence of Engineers' Training Models on Ethics and Civic Education Component in Engineering Courses in Portugal." *European Journal of Engineering Education* 42 (2): 156–170. doi:10.1080/03043797.2016.1267716.
- Noble, D. 1977. *America by Design: Science, Technology, and the Rise of Corporate Capitalism*. New York: Oxford University Press.
- Nussbaum, M. 2014. *Educação e justiça social*. Odivelas: Edições Pedagogo.
- O'Banion, T. 2010. "Focus on Learning: The Core Mission of Higher Education." In *Focus on Learning: A Learning College Reader*, 1–12. Phoenix: League for Innovation in the Community College.
- Ozdem, G. 2011. "An Analysis of the Mission and Vision Statements on the Strategic Plans of Higher Education Institutions." *Educational Sciences: Theory and Practice* 11 (4): 1887–1894.
- Peinado, M. 2001. "Educación para la paz en el nuevo milénio." In *Para uma cultura da paz*, edited by J. Pureza, 105–126. Coimbra: Edições Quarteto.
- Phillips, C., A. Mazzaurco, and C. Joslyn. 2015. "Social Justice in Engineering Curriculum: Course Modules to Address the Problematic of Capitalism, Systematic Inequality, and Imperialism." *Proceedings of the 11th Annual Engineering, Social Justice and Peace Conference*. http://cohemis.uprm.edu/esjp/pdf/01_ESJP_Joslyn_Phillips_Mazzurco.pdf.
- Pureza, J. 2001. "Introdução: Estudos sobre a paz e a cultura de paz." In *Para uma cultura da paz*, edited by J. Pureza, 7–18. Coimbra: Edições Quarteto.
- Ramos, K. 2010. *Reconfigurar a profissionalidade docente universitária: um olhar sobre ações de atualização pedagógico-didática*. Porto: Universidade do Porto Editorial.
- Rego, A., and J. Braga. 2014. *Ética para engenheiros*. Lisboa: Lidel.
- Riley, D. 2008. "Engineering and Social Justice." *Synthesis Lectures on Engineers, Technology, and Society* 3 (1): 1–152. doi:10.2200/S00117ED1V01Y200805ETS007.
- Rodrigues, M. 1999. *Os engenheiros em Portugal: profissionalização e protagonismo*. Oeiras: Celta Editora.
- Santomé, J. 2012. *La justicia curricular: El caballo de Troya de la cultura escolar*. Madrid: Morata.
- Schexnayder, C., and S. Anderson. 2011. "Construction Engineering Education: History and Challenge." *Journal of Construction Engineering and Management* 137 (10): 730–739.
- Silva, A. 2013. "Sobre a missão do ensino superior." Accessed January 12. <http://barometro.com.pt/archives/1024>
- Sunthonkanokpong, W. 2011. "Future Global Visions of Engineering Education." *Procedia Engineering* 8: 160–164.
- United Nations. 1999. *Declaração e Programa de Ação sobre uma Cultura de Paz* - 53/243. <http://www.comitepaz.org.br>.
- Veiga, I. 1998. *Projeto político-pedagógico da escola: uma construção possível*. Campinas: Papirus.
- Velcoff, J., and J. Ferrari. 2006. "Perceptions of University Mission Statement by Senior Administrators: Relating to Faculty Engagement." *Christian Higher Education* 5: 329–339.

2.4- Reflexões sobre o contributo do artigo para a problemática em investigação

A análise dos textos das missões oficiais das instituições de ensino superior que lecionam cursos de engenharia permitiu conhecer quais as obrigações que as instituições se atribuem oficialmente e quais os papéis que assumem na sociedade. Permitiu também aferir se estas instituições incorporam na sua missão aspetos relacionados com o debate sobre o papel da engenharia e da tecnologia na sociedade, bem como sobre a formação integral, ética, cívica ou moral dos seus estudantes.

O estudo realizado evidenciou que, embora coexistam as 3 principais perspetivas sobre a missão do ensino superior nas missões das instituições estudadas, o seu peso relativo é substancialmente diferente. Os documentos analisados indicam que nas missões destas instituições são mais abundantes as referências à perspetiva *económica* do ensino superior, embora também existam referências à perspetiva *científica* e *humanista*. Esta inferência está em linha com as posições de Magalhães (2006) e Amaral (2009) quando salientam a orientação económica do ensino superior e de este ser gerido como uma organização empresarial. A perspetiva económica do papel da engenharia e do ensino superior foi identificada como a mais dominante e isso tanto para o ensino politécnico como para o ensino universitário.

É também relevante que, apesar de quase todas as instituições referirem na sua missão que o ensino superior tem por missão ensinar e difundir o conhecimento, a perspetiva científica do ensino superior quase desaparecer em comparação com a perspetiva económica. Tal é ainda mais evidente nas missões das instituições do ensino politécnico, em coerência com a Lei n.º 46/86 relativa aos dois subsistemas, segundo a qual a investigação fundamental é atribuída como missão ao ensino universitário, ao passo que o ensino politécnico é vinculado a uma formação de carácter profissional.

A preponderância de referências a missões de perfil associado a uma perspetiva económica está provavelmente relacionado com a associação entre

conhecimento e crescimento económico que é amplamente defendida pelas instâncias económicas e políticas (Comissão Europeia, 2009). Tal associação baseia-se no facto da evolução do conhecimento científico, através do saber da engenharia, proporcionar a inovação e desenvolvimento tecnológico (Dürr, 1999), ou seja, é estabelecida uma associação entre a engenharia, a produtividade, o desenvolvimento tecnológico e o crescimento económico. As informações recolhidas indicam ser esta visão do papel da engenharia que está mais presente nas missões das instituições de ensino superior portuguesas que lecionam cursos desta área científica, seja no ensino superior seja no ensino politécnico.

A análise realizada mostra, no entanto, que a perspetiva humanista de serviço à humanidade e ao bem comum também está presente nas missões das instituições de ensino superior que lecionam cursos de engenharia em Portugal, tanto do ensino universitário como do politécnico, embora com uma presença muito residual face à perspetiva económica do conhecimento e da engenharia. Pode-se assim concluir que as instituições não evidenciam expressamente nas suas missões oficiais o serviço à humanidade e o bem comum.

Tendo por base as 3 subquestões que resultaram da questão central de investigação - *que obrigações assumem na sua missão oficial as instituições de ensino superior que lecionam cursos de engenharia em Portugal? Que conceções sobre o papel da engenharia na sociedade estão presentes nas missões das instituições de ensino superior que lecionam cursos de engenharia em Portugal? As instituições de ensino superior que lecionam cursos de engenharia em Portugal reconhecem a necessidade, e como tal o dever /missão, de proporcionar formação ética aos seus estudantes?* - a sistematização do conhecimento produzido a que se refere o artigo atrás apresentado permitiu concluir que as obrigações que as instituições de ensino superior que lecionam cursos de engenharia em Portugal assumem na sua missão oficial se centram na dimensão económica do conhecimento e como tal nesta missão do ensino superior. Permitiu também identificar a conceção sobre o papel da engenharia na sociedade que está mais presente nas missões das instituições estudadas: a conceção focada na rentabilidade económica.

Segundo Noble (1977), esta concepção do papel da engenharia é dominante desde o fim da 1ª Guerra Mundial. Para Blue, Levine & Nieusma (2013) o sistema económico reconheceu como útil o perfil obediente e pouco reflexivo das características militares da formação em engenharia. A partir do trabalho de Noble (1977) pode concluir-se que a utilidade de formar engenheiros/as com base nos valores militares (positivista e pouco reflexiva) não cessou com a separação do ensino da engenharia *civil* da *militar*, pois encontrou nas organizações económicas e empresariais a razão da sua perpetuação (Wisnioski, 2015)

Tendo em conta as perspetivas dominantes que foram identificadas quer para o ensino superior em geral, quer para a engenharia em particular, as dimensões da eficiência e da competência técnica são as mais valorizadas (Jamisson, Kolmos & Holgaard, 2014), não apresentando preponderância a promoção da formação integral dos seus estudantes (ausente da maioria das missões estudadas) e, como tal, não sendo atribuída nas missões grande importância à sua formação ética. Refira-se que a este propósito, a Ordem dos Engenheiros, se refere à dimensão normativa e deontológica da profissão, destacando, por exemplo, aspetos como a lealdade para com a entidade empregadora (Ordem dos Engenheiros, 2002).

Embora seja reconhecido o papel que a engenharia pode desempenhar ao nível económico, Riley (2008) defende que é fundamental promover a consciência e a importância da engenharia servir o bem comum, formando os seus profissionais numa perspetiva abrangente que assuma um papel determinante e poderoso em benefício da humanidade. Segundo esta autora, se tal não for feito está-se a limitar a sua ação a uma dimensão redutora e até potenciadora de perigos para o ambiente e aumento da injustiça social.

Por outro lado, os estudos de Silbey (2016) e Nilsson (2015) concluíram que as mulheres escolhem mais frequentar cursos de engenharia e a sua prática profissional, quando a engenharia é apresentada como promotora de intervenção social e humanitária que procure a promoção do bem comum. Pelo contrário, a apresentação da engenharia com foco na sua capacidade de produção de inovações tecnológicas e benefícios económicos parece ter pouca

atração sobre as mulheres (Nilsson, 2015). Neste âmbito destaca-se que a missão das instituições assume um meio de divulgação pública que está disponível *online* e que constitui parte da divulgação do papel e objetivos da engenharia. Perante os resultados do estudo realizado e que foram enunciados neste capítulo pode-se concluir que as missões que as instituições portuguesas divulgam *online* focam o papel da engenharia na vertente económica, o que, para além de empobrecer as potencialidades da engenharia, é pouco atrativo para as mulheres (Monteiro, Leite & Rocha, 2017b). Tal conclusão está de acordo com os indicadores da diminuta presença de mulheres nos cursos de engenharia em Portugal (Pinto, 2012; Rocha & Silva, 2007).

Perante esta situação pode equacionar-se se a menor presença de mulheres nos cursos de engenharia contribuirá para que ela seja vista essencialmente na sua vertente económica. Por outro lado, poderemos interrogar se uma maior presença de mulheres poderia contribuir para alargar a sua missão de ação em prol do bem comum da humanidade e do meio ambiente. Tais hipóteses são corroboradas pelo facto de os cursos de engenharia que têm mais mulheres serem apresentados numa visão mais alargada, e os que têm menos mulheres serem apresentados numa visão mais economicista e tecnologista (Monteiro, Leite & Rocha, 2017b).

Por último, salienta-se que nas missões estudadas, no geral, não se identificou a presença de indicadores que mostrem que as instituições assumam um papel no debate do papel da engenharia e da tecnologia na sociedade contemporânea e futura, nem na formação ética dos seus estudantes. Contudo, tendo em conta a possibilidade da missão definida oficialmente estar desfasada da prática curricular, a orientação da investigação realizada no âmbito deste doutoramento progrediu no sentido de investigar os currículos dos cursos.

3

Presença e ausência de formação ética nos cursos de engenharia

“Infelizmente, a educação e a formação para investigação existentes estão mal concebidas e não prepararam os cientistas e engenheiros para lidar com problemas em contextos e ambientes perversos e complexos. Portanto, é essencial criar novos programas de formação superior que habilitem cientistas e engenheiros para se tornarem especialistas em sustentabilidade, e equipados para reconhecer e lidar com questões de macro-ética, desafios adaptativos e interdisciplinares embebidos nos seus programas de pesquisa técnica e de formação”.

(Seager, Selinger & Wiek, 2012: 467)

3.1- Enquadramento teórico

O presente capítulo tem como foco o estudo da presença ou ausência da formação ética, moral ou cívica nos currículos dos cursos de engenharia. Nele é apresentado um enquadramento teórico sobre a formação ética no ensino superior e em particular na engenharia. É apresentado também uma reflexão sobre o conceito de currículo e como as suas diferentes visões influenciam a construção curricular, não deixando de discorrer sobre a autonomia científica e pedagógica das instituições de ensino superior, uma vez que é a estas que compete construir os currículos e, como tal, selecionar o conhecimento que deve ser ensinado aos diplomados.

3.1.1- A formação ética nos currículos dos cursos de engenharia

As entidades que agregam e acreditam os profissionais da engenharia têm vindo a reconhecer a necessidade e importância da formação ética e deontológica dos estudantes desta área científica (Finelli *at all*, 2012). Nos Estados Unidos da América esta formação foi imposta às instituições de ensino superior em 2000, na Alemanha foi reconhecida em 2002, no Canadá em 2001, na Austrália em 2010, no Japão em 1999, na Inglaterra em 2010 (*ibidem*).

Em alguns países, como por exemplo os Estados Unidos da América, a responsabilidade da formação ética, cívica e deontológica dos engenheiros/as foi atribuída às instituições de ensino superior, passando os currículos pelo filtro da acreditação pela entidade que regula a profissão de engenheiro/a (Barry & Ohland, 2012).

Em Portugal, embora a Ordem dos Engenheiros tenha um Código Deontológico Profissional que foi publicado nos Estatutos da Ordem em 1992 (Ordem dos Engenheiros, 2002), só em 2002 considerou a necessidade de formação ética, tendo imposto a frequência com aprovação (por exame) de formação ética e deontológica para o acesso à Ordem dos Engenheiros. Refira-se que esta formação de curta duração é paga pelos próprios candidatos. Também a Ordem dos Engenheiros Técnicos reconheceu em 2011 a necessidade de formação ética dos profissionais de engenharia (Carapeto & Fonseca, 2012). Esta entidade profissional reconhece que os engenheiros são profissionais com um papel “determinante para o progresso económico e social”, pelo que salienta a necessidade de “contribuírem com a sua quota-parte na boa governação, como cidadãos ativos” (Carapeto & Fonseca, 2012:6). Para tal, considera ser imprescindível que um engenheiro, para além de “possuir uma sólida formação técnica e de estar disponível para a mudança e o aperfeiçoamento contínuos, deve também possuir uma cultura geral sólida e ter consciência da importância do seu papel na sociedade” (Carapeto & Fonseca, 2012:6). Neste sentido salienta que “para além de saber utilizar o seu engenho e arte, deve também preocupar-se com a dimensão ética da sua conduta, aspeto que é atualmente tão importante na profissão como o domínio das disciplinas técnicas” (*ibidem*, *idem*). Contudo, a Ordem dos Engenheiros

Técnicos limita a necessidade de formação ética dos engenheiros a aspetos deontológicos de carácter prático: “sobretudo vocacionada para uma análise prática dos valores profissionais que subjazem aos direitos e deveres dos engenheiros técnicos”, focando-se na orientação “para a decisão ética em engenharia que pretende ajudar a resolver os vários dilemas que os engenheiros técnicos encontram na sua prática quotidiana” (*ibidem, idem*).

Tal como foi referido nos capítulos anteriores, são vários os autores (Seager, Selinger & Wiek, 2012; Didier & Derouet, 2013; Nussbaum, 2014; Rego & Braga, 2014; Riley, 2008; Silva, 2006; Jamisson, Kolmos & Holgaard, 2014) que consideram que o ensino superior deve promover o desenvolvimento ético, cívico e político dos seus estudantes. Tal obriga a desenvolver nos estudantes uma compreensão conceptualmente mais evoluída dos fundamentos éticos, da complexidade social, política, ambiental e económica da contemporaneidade, bem como uma capacidade de análise sócio crítica. Esta situação traduzir-se-á também num maior crescimento intelectual dos próprios estudantes, beneficiando a sociedade, mas também os próprios estudantes (Levina, 2015). Tendo em conta este duplo benefício, Ehrlich (2000) considera que promover o desenvolvimento ético, cívico e político deve ser o objetivo central no ensino superior.

Também os investigadores Pešec & Petković (2014) consideram que a ética é a própria essência de todo o processo de formação dos seus estudantes durante o seu percurso no ensino superior. Estes autores salientam que, no âmbito da sua atividade profissional como engenheiros, os diplomados terão de enfrentar dilemas e serão forçados a tomar decisões que podem afetar a sociedade e pôr em causa o bem comum e vidas humanas. Salientam também que os engenheiros serão colocados perante questões que, pela sua complexidade, vão muito para além das simples dúvidas sobre o certo e o errado, em que a ética é frequentemente ignorada em face da pressão económica do lucro.

Do ponto de vista prático, a promoção do desenvolvimento ético dos estudantes deve abranger, na perspetiva de Jacoby (2009), Ehrlich (2000) e Ferreira (2013), todas as atividades da instituição, quer sejam enquadradas

dentro da atividade letiva, quer sejam externas às salas de aula. Para promover o desenvolvimento da capacidade de reflexão crítica à luz da ética, estes autores salientam que todas as atividades devem ser alvo de julgamentos éticos e morais, abrangendo os seus fins, os seus significados, e as opções de ação.

Jacoby (2009) destaca que a promoção do desenvolvimento ético deve basear-se em estratégias e objetivos coerentes e claramente definidos, que devem ser explicitamente incorporados no currículo e nas situações extracurriculares selecionadas ou criadas para favorecer o desenvolvimento ético dos estudantes. Também Ehrlich (2000), Jacoby e Hollander (2009) e Spiezio (2009) defendem uma abordagem intencional e holística à formação ética dos estudantes do ensino superior, argumentando que para além da inclusão da formação ética e cívica nos currículos, as instituições têm que abandonar um posicionamento neutro e assumir valores, pois é necessário que o ambiente do campus espelhe as intenções de formação e os valores associados. Na perspetiva destes autores, desprezar este aspeto pode levar a situações de incoerência em que a vivência do campus é antagónica à formação pretendida, pelo que todo o campus deve manifestar a preocupação com o bem-estar dos outros, a sustentabilidade ambiental e o bem comum, em coerência com os valores defendidos e promovidos pelas instituições deste nível de ensino e enquadráveis numa sociedade democrática.

Conlon (2013) considera também importante que a formação ética nos cursos de engenharia inclua conteúdos da área das humanidades como forma de promover sensibilidade e responsabilidade ética e social. Perante a contemporaneidade fortemente marcada pela globalização e pelo lucro, também Nussbaum (2014) e Pires (2007) defendem que é fundamental “ensinar a ser humano”, pelo que “uma educação na área das humanidades é mais necessária do que nunca, para cultivar e desenvolver o interesse pelos outros” (Pires, 2007:132). Esta última autora justifica a sua posição pois, de outro modo, considera que os engenheiros/as serão dóceis e terão dificuldades em analisar criticamente as declarações, por exemplo, de líder político. Na sua perspetiva é necessário ultrapassar a visão da necessidade de uma formação

ética que vise apenas a componente deontológica, pois é necessário preparar e para a cidadania ativa e reflexiva.

A nível pedagógico-didático, como é referido por vários autores (Ehrlich, 2000; Jacoby, 2009; Davis & Feinerman, 2012), estão documentadas várias metodologias de formação ética dos estudantes do ensino superior: unidades curriculares específicas que recorrem a leituras, casos de estudo e debates; focos de formação ética incorporados em unidades curriculares não específicas a esta componente de formação; atividades fora da sala de aula ou extracurriculares e respetiva posterior reflexão. No âmbito dos cursos de engenharia, segundo Davis e Feinerman (2012), destaca-se o recurso a três principais metodologias:

- unidades curriculares (UC) específicas (por exemplo: Ética e Deontologia para a Engenharia Eletrotécnica);
- módulos com uma larga inserção em unidades curriculares de áreas técnicas, e que versem casos específicos (por exemplo: Palestra sobre Ética nas Construções de Edifícios Residenciais);
- inserção de mini formações nas diversas unidades curriculares que compõe o plano curricular (por exemplo: apresentação sobre legislação e ética na partilha de dados informáticos).

Apesar de menos frequente, a formação ética na engenharia também incluiu a promoção do serviço à sociedade em regime de voluntariado, exercido em formato extracurricular, mas valorizado no certificado de formação. Diversos estudos referem esta metodologia como promotora da responsabilidade e sensibilidade social e do sentido ético dos estudantes (Conlon, 2013).

Embora, como referimos, a formação ética seja considerada importante para a formação em engenharia, não foram encontrados estudos sobre a formação ética nos cursos portugueses de engenharia (Monteiro, 2018).

3.1.2- A autonomia científica e pedagógica das instituições de ensino superior

As instituições de ensino superior portuguesas possuem autonomia financeira, científica e pedagógica (Lei 5/78 de 25 de julho), o que implica não lhes ser imposto um currículo específico ou nacional. Segundo Durham (1989:1), a “autonomia da instituição é sempre relativa e deve ser definida como o reconhecimento de sua capacidade de reger-se por suas próprias normas no cumprimento das finalidades sociais às quais se destina”. No entanto, a construção curricular dos diversos cursos está sujeita a várias influências, nomeadamente a legislação portuguesa, as orientações europeias e internacionais, as indicações das ordens profissionais, a pressão do sector económico, as pressões dos diversos intervenientes educativos e sociais (Varela, 2011).

Como se depreende, a autonomia pedagógica traduz-se na liberdade de escolha dos saberes e conhecimentos que são considerados relevantes e que a instituição elege ensinar e investigar (Durham, 1989). Segundo este autor, esta liberdade é atribuída às instituições como reconhecimento da sua competência, pelo que lhes cabe escolher os conhecimentos que consideram relevantes ensinar e assim definir o currículo de cada um dos cursos que ministram (Leite, 2011). Os currículos construídos pelas instituições têm, no entanto, que ser posteriormente submetidos a acreditação pela Agência de Avaliação e Acreditação do Ensino Superior (A3ES). Apesar disso, no ensino superior, cada instituição, em face da sua autonomia, tem um papel fulcral pois é a responsável pela construção e configuração do seu currículo (Leite, 2011).

Embora existam múltiplas influências e pressões, a construção curricular é uma tarefa a cargo do corpo docente, uma vez que são estes que melhor conhecimento têm sobre a área específica de formação que lecionam. Tendo em conta que são os docentes os principais configuradores do currículo, as suas conceções influenciam fortemente a construção curricular e a respetiva valoração dos saberes. Os docentes têm também uma forte influência na interpretação e eventual tradução prática da legislação e documentos de orientação, bem como das pressões dos diversos intervenientes externos e internos à instituição, influenciando fortemente o seu impacto prático (Leite,

2003). Por conseguinte, a construção curricular é um lugar privilegiado da ação dos docentes do ensino superior, no qual se refletem as suas concepções e perspetivas sobre a educação e o conhecimento (Shay, 2014), o currículo (Leite, 2003), bem como o seu enquadramento e perceção profissional (Driel et al, 1997).

Como referimos, é necessário ponderar que, na sua grande maioria, o corpo docente dos cursos de engenharia não teve acesso no seu currículo de formação a nenhuma formação ética. Este aspeto é ainda mais relevante se considerarmos que os docentes do ensino superior em Portugal, onde se incluem os de engenharia, não possuem formação pedagógico-didática. Por essa razão, segundo Ramos (2010), o exercício da docência no ensino superior é caracterizado por uma profissionalidade do tipo empírico, com recurso “apenas a saberes experienciais, sem considerarem conhecimentos teóricos sobre a especificidade e a complexidade dessa docência” (*ibidem*:68).

Tendo em conta o papel destacado que os docentes têm na construção curricular, este processo será influenciado pelas concepções que os docentes têm sobre o papel da educação e do currículo. Neste domínio destacam-se dois posicionamentos antagónicos:

- o currículo é entendido apenas como um “conjunto de disciplinas compostas por conteúdos que devem ser adquiridos”, em que “ao professor cabe apenas o papel de transmissor” (Leite, 2003:133) e a educação é essencialmente vista como transmissão de conhecimentos;
- o currículo é visto como um meio ativo de intervenção social e transformação da sociedade, e a educação é vista de forma mais ampla, reconhecendo objetivos de transformação social (Leite, 2003).

Uma vez que o foco em análise na investigação desenvolvida neste capítulo se centra na análise dos currículos, importa pois equacionar as suas diferentes concepções.

3.1.3- Diferentes concepções sobre o currículo

Para Sacristán (2010), o currículo está associado a um percurso/projeto/caminho educativo que necessita de planeamento e de metas. No entanto, a palavra *currículo* tem um significado polissémico, polimorfo e poliédrico (Ruiz, 2005), que não é consensual, e que resulta das múltiplas perspetivas de olhares sobre o currículo e a educação. Segundo Sacristán (2010), nos seus primeiros usos, currículo traduzia a proposta de organização dos vários segmentos e fragmentos dos conteúdos que faziam parte da ação educativa, que o currículo tinha a função de organizar e unificar. No entanto, Sacristán salienta que, paradoxalmente, esse entendimento também acentuou as fronteiras e os limites entre as diversas unidades disciplinares pelo que, para ele, o currículo é muito mais do que a organização e estruturação de conhecimentos. Argumentando que o ser humano tem por natureza o impulso de imaginar e tentar criar um mundo desejável, ideal e utópico, considera que a educação é em si mesma um desses ideais e, simultaneamente, uma ferramenta para atingir os objetivos pretendidos. Segundo esta perspetiva, a educação tem o poder de promover uma revolução silenciosa da sociedade, que se pretende com um carácter emancipador, sendo para isso imprescindível que esses objetivos se traduzam e integrem no currículo. Para este autor, é o carácter utópico que levanta a conflitualidade que envolve o currículo, em resultado das diferentes visões do ideal.

Neste mesmo sentido, Posada & Arango (2011) salientam que todo o processo educativo tem como objetivo a formação integral dos indivíduos, de acordo com um determinado perfil social, perfil este que vai sendo redefinido pela sociedade em função do seu enquadramento histórico, político e social. Estes autores consideram que a educação, e como tal o currículo, tem o papel de construir novas cidadanias.

Apesar do carácter polissémico de currículo, de forma geral as várias perspetivas partilham de alguns pontos-chave (Pacheco, 1999:20):

- partirem de “um propósito educativo planificado no tempo e no espaço em função de finalidades” que se pretendem alcançar e que dizem respeito à pessoa e cidadão idealizado;

- implicarem o uso de “um processo de ensino-aprendizagem, com referência a conteúdos e atividades” como instrumentos para alcançar os objetivos;
- terem em consideração o contexto específico no qual vai decorrer o processo.

É consensual que currículo resulta da influência e ação de “várias estruturas (políticas, administrativas, económicas, sociais, escolares...) na base das quais existem interesses concretos e responsabilidades partilhadas” (*ibidem, idem*). Torna-se assim claro, que as opções curriculares refletem, direta e indiretamente, aspetos ideológicos, políticos, éticos, sociais e económicos (Sacristán, 2013), resultado das pressões e influências das diversas estruturas da sociedade, pelo que o currículo não é neutro na forma como seleciona o conhecimento a ensinar.

O âmago da construção curricular é definir qual o conhecimento que deve ser ensinado e que objetivos se devem atingir. Relativamente ao conhecimento a ensinar, Young (2010) sustenta que deve ser o “conhecimento *valioso* ou *poderoso*”, ou seja, o conhecimento que é socialmente valorizado e que não é passível de ser adquirido noutro contexto, pois não pertence ao senso comum. No caso específico dos currículos dos cursos de engenharia é de salientar o papel da perceção dos docentes sobre o conhecimento que é necessário à prática profissional da engenharia, mas também a pressão que diversos setores da sociedade (nomeadamente do domínio político e económico) exercem na inclusão de conhecimentos específicos e na orientação geral do currículo (Goodson, 1991).

No que se refere aos objetivos da educação, Pacheco (1999:103) salienta que correspondem ao “comportamento esperado no aluno como consequência de determinadas atividades docentes e discentes que deve ser suscetível de observação e avaliação “, ou ao que “se pretende que o aluno consiga com a sua aprendizagem”, ou ainda o “conjunto de mudanças que se pretendem verificar no comportamento do aluno”. Pelo que o autor acentua, é clara a intencionalidade da educação e a sua não neutralidade: “não há objetivo sem intenção prévia, nem educação sem intenção” (*ibidem*:103).

Neste sentido, Goodson (1991) realça que os objetivos no currículo são o resultado de pressões e lutas emanadas da demanda social, pois todo o projeto educativo tem por objetivo responder a solicitações e objetivos sociais. Ao nível dos objetivos, Bloom (1981) sustentou que podem ser agrupados em três domínios: cognitivo, afetivo (atitudes, conduta, valores morais) e motor. Nesta linha, Pacheco (1999) lembrou que, enquanto os objetivos do domínio cognitivo remetem para “operações cognitivas básicas (repetição ou reprodução), conceptualização, aplicação, exploração, mobilização e resolução de problemas”, os objetivos do domínio afetivo remetem para “a modificação dos interesses, atitudes, valores, juízos, bem como os progressos na apreciação e a capacidade de adaptação” (*ibidem*:142).

Do atrás exposto, pode concluir-se que a construção do currículo implica sempre a escolha dos conhecimentos a incluir e dos conteúdos a serem abordados, tendo em conta determinados objetivos. Para tal é necessário equacionar quais são os conhecimentos selecionados, definir com que critérios serão selecionados e como se vão organizar. Mas os critérios e as escolhas envolvidas, segundo Pacheco, também implicam, de forma direta e indireta, a consideração de uma determinada perspetiva face ao ensino e à aprendizagem pretendida, refletindo “a perspetiva dos que decidem o que ensinar e dos que ensinam” (*ibidem*:47).

Em síntese, o currículo pode ser entendido como o conjunto planificado das aprendizagens, que a educação escolar deve propiciar aos seus estudantes, para que se alcancem os objetivos educativos pretendidos (Fernandes, 2011), que correspondem a um determinado perfil, socialmente desejado, de adulto. Neste sentido, o ponto de partida para a construção curricular serão os objetivos educacionais que a educação pretende atingir (Leite, 2002; Fernandes, 2011). Esta perspetiva de currículo, centrada na eficiência e no método, era defendida, entre outros, por Bobbit (1918) e Tyler (1978), autores históricos deste foco educacional. Estes autores defendiam que o currículo implica a definição clara dos objetivos a atingir, dos conteúdos programáticos e dos processos educativos e também dos modos de avaliação dos resultados alcançados. Segundo esta perspetiva, o currículo é pensado e visto como uma

questão técnica e científica, e estruturado unidireccionalmente, do sistema educativo para os seus alunos (Leite, 2002; Posada & Arango, 2011).

Nesta perspetiva, o currículo alicerça-se numa racionalidade técnica, em que se espera do professor “eficiência, rigor e clareza na transmissão dos conhecimentos considerados válidos” (Fernandes, 2011:40). Centrando-se fortemente no carácter técnico e na eficiência, a perspetiva clássica do currículo enquadra-se, assim, na teoria curricular técnica, sendo muito centrada na seleção e organização de conteúdos e na sua transmissão (Leite, 2002). Para Ruiz (2005), esta perspetiva concebe a educação como ferramenta de reprodução social. Ao currículo técnico subjaz uma perspetiva segundo a qual a formação para a cidadania se limitava à instrução e reprodução da ideologia dominante, sendo atribuído elevado valor ao desempenho produtivo. Nesta orientação, um bom trabalhador é um bom cidadão ao participar de forma ativa no progresso do seu país (Posada & Arango, 2011).

Como alternativa ao currículo técnico, foi desenvolvida a concepção do currículo prático. Este pretendia promover a formação de cidadãos capazes de pensar criticamente, numa perspetiva liberal da sociedade. Nesta perspetiva, o currículo era visto como um organismo vivo (Ruiz, 2005), sendo o objetivo mais relevante formar cada indivíduo para agir de acordo com a sua consciência, fazendo escolhas, numa visão prática da sua ação ao nível social (Posada & Arango, 2011). Esta orientação pressupõe o currículo como o resultado de processo reflexivo concretizado na sua ação prática (Ruiz, 2005). Neste mesmo sentido, para Sacristán (1991), o valor de um currículo só pode ser constatado na sua prática, quando constitui uma ponte entre as intenções, os projetos, a teoria e a prática da ação em que o currículo é consubstanciado. Nesta perspetiva do currículo prático, a educação para a cidadania centrar-se-ia essencialmente no envolvimento prático do estudante em processos sociais, de forma a desenvolver a sua consciência e a sua responsabilidade (Posada & Arango, 2011).

Em alternativa ao currículo técnico e ao currículo prático foi-se desenvolvendo a perspetiva do currículo “como instrumento de transformação sócio-educativa” (Ruiz, 2005:194). Esta perspetiva do currículo tem um carácter crítico,

considerando os professores como “intelectuais transformadores” (*ibidem*:198). Segundo esta concepção, o cidadão deve ser capaz de analisar com sentido crítico os processos sociais por forma a desocultar contradições que condicionem de forma nefasta a sociedade (Posada & Arango, 2011). Estes últimos autores salientam que o objetivo do currículo crítico é ensinar aos cidadãos como a hegemonia distorce os processos sociais, políticos e económicos, revelando assim as estruturas de dominação. No entanto, Ruiz (2005:203) salienta que o objetivo desta perspetiva é passar “do discurso crítico para uma prática emancipadora”, não devendo ficar apenas pela sua dimensão crítica. Como argumento para esta posição, defende este autor que, à luz da pós-modernidade, a missão da educação no século XXI é a de formar cidadãos críticos e responsáveis, sendo para isso necessário educar de forma integral e numa perspetiva holística (*ibidem*). Esta é também a posição sustentada por Connell, (1999) e Santomé (2011) quando referem que é necessário promover o desenvolvimento de um pensamento sistémico e a participação social interventiva no sentido de fomentar a justiça social, tendo por pano de fundo uma forte bagagem cultural. Nesta mesma linha de argumentos, Posada e Arango (2011) consideram que esta concepção de currículo dá relevo à educação para a cidadania, sustentando que deve promover o exercício de uma cidadania crítica, consciente e responsável, com o objetivo de desocultar as formas de opressão quer explícitas, quer implícitas. O objetivo é levar a ações transformadoras que conduzam a uma maior justiça e dignidade através de uma cidadania participativa, crítica e social.

Na origem das opções de construção curricular, e como já atrás apontámos, estão as concepções curriculares que prevalecem nas instituições e que resultam de diferentes perspetivas sobre a educação. Estas concepções sobre a educação, segundo Leite (2003), podem ser organizadas em três tipos:

- educação transmissora: é norteadada apenas pela transmissão de informação, pelo que os professores assumem, nesta concepção, o papel de transmitir conhecimentos e os alunos de os receber e reproduzir, arquivando-os, isto é, seguindo um processo semelhante à analogia de Paulo Freire (1994) da educação bancária;

- educação tecnicista: orienta-se pela intenção de ensinar e aprender a fazer, para o qual é necessário também adquirir comportamentos técnicos e normalizados de modo a atingir o que, por outros, foi previsto;
- educação sociocrítica: a educação é vista e pretende gerar intervenção social, pelo que pretende constituir uma educação integral do indivíduo e criar condições que propiciem o exercício de uma cidadania ativa.

Huang (2015) e Ashwin (2014) salientam que existem muito poucos estudos sobre a forma como determinados tipos de conhecimento foram incorporados nos currículos do ensino superior e sobre as perspetivas que sustentaram as escolhas. Os focos dos estudos sobre o ensino superior centram-se essencialmente na componente pedagógica do ensino e na sua eficiência, através da medição da aprendizagem dos alunos, sendo que a investigação ainda não se centrou na relação entre o conhecimento e o currículo do ensino superior. Este último autor considera que é raro encontrar investigadores que se foquem no debate sobre o currículo do ensino superior, mesmo quando se trata de investigações sobre o desenho de cursos. Todavia, reforça a importância deste campo ser investigado, uma vez que “isso envolve o desenvolvimento de um sentido mais profundo de como o envolvimento dos alunos com o conhecimento e o currículo pode transformar as suas relações com eles e com o mundo” (Ashwin, 2014:124).

Mason, Arnove e Sutton (2001) referem também que a subdivisão do conhecimento em departamentos e unidades curriculares está tão naturalizado que já não é alvo de questionamento. No entanto, desta subdivisão resulta a falta de uma visão global do currículo e da educação proporcionada aos estudantes, que Trainor (1986) designa como a “visão do todo”. Este autor refere estudos desenvolvidos nos Estados Unidos da América em que a principal problemática encontrada no ensino superior foi esta fragmentação curricular, faltando um elemento de ligação entre as partes, que permitisse falar num todo que se articulasse como educação superior.

Trainor (1986), numa perspetiva humanista, defende a importância de um núcleo curricular que interligue as várias áreas do saber e sustente um projeto educativo global dos estudantes do ensino superior. Esse núcleo, segundo este

autor, deve assentar em quatro pontos-chave: *ser moral* (isto é, deve-se comprometer na formação integral dos estudantes, procurando desenvolver as suas capacidades de serem cidadãos adultos, capazes de fazerem escolhas independentes, éticas e racionais); *ser unitário* (isto é, incorporar conteúdos dos diversos ramos do saber e promover a integração entre saberes); *ensinar a aprender* (deve desenvolver a aprendizagem ao longo da vida e evitar apresentar o conhecimento como estanque e terminado); *ser útil* (isto é, deve ser dada ênfase à aplicabilidade prática do conhecimento).

3.2- Objetivos e Metodologia do 2º estudo

Os contributos teóricos apresentados sustentam, nesta tese, a importância e necessidade do estudo dos currículos dos cursos de engenharia para se saber se incluem a formação ética, moral ou cívica dos seus estudantes. Para responder a esta questão da investigação, foi realizada uma pesquisa que teve por objetivo conhecer se esta componente de formação está presente (ou ausente) nos currículos dos cursos de engenharia lecionados nas instituições de ensino superior portuguesas. A pesquisa teve também por objetivo caracterizar o tipo e formato dessa presença nos currículos em que a formação ética está presente.

Uma vez que o ensino da engenharia em Portugal se faz, como já foi referido, quer no subsistema universitário, quer no politécnico, foi também objetivo desta parte da investigação geral equacionar se estes dois subsistemas apresentam diferentes presenças e abordagens de formação ética.

Para alcançar este objetivo, do ponto de vista metodológico, optou-se por recolher os currículos dos cursos de engenharia lecionados nas instituições portuguesas públicas (não militares). Foram recolhidos 184 currículos, que correspondem aos cursos de Licenciatura e Mestrado Integrado de engenharias.

Os currículos foram posteriormente alvo de uma análise no sentido de identificar a presença de unidades curriculares cujo carácter não fosse claramente técnico-científico (como Álgebra, Análise de Circuitos, Investigação Operacional, Estatística, Teoria dos Sistemas, Química Inorgânica e Sistemas Digitais) mas que fosse denotativo da presença de tópicos de formação de carácter ético, cívico e humanístico.

Para constituir o *corpus* de análise, foi investigado o conteúdo programático das unidades curriculares selecionadas no passo anterior, de forma a identificar e analisar a presença de referências a formação ética ou cívica. Os resultados desta análise possibilitaram a produção de um artigo intitulado “The influence of engineers’ training models on ethics and civic education component in engineering courses in Portugal” que foi publicado no *European Journal of Engineering Education* (Volume 42, 2017 - Issue 2, Pages 156-170).

3.3- Apresentação do artigo

Fátima Monteiro, Carlinda Leite e Cristina Rocha (2017c). The influence of engineers' training models on ethics and civic education component in engineering courses in Portugal. *European Journal of Engineering Education* (Volume 42, 2017 - Issue 2, Pages 156-170).



The influence of engineers' training models on ethics and civic education component in engineering courses in Portugal

Fátima Monteiro ^a, Carlinda Leite^b and Cristina Rocha^b

^aInstituto Superior de Engenharia de Coimbra – IPC, Coimbra, Portugal; ^bFaculty de Psychology & Educational Sciences – UP, Porto, Portugal

ABSTRACT

The recognition of the need and importance of including ethical and civic education in engineering courses, as well as the training profile on ethical issues, relies heavily on the engineer's concept and the perception of the engineering action. These views are strongly related to the different engineer education model conceptions and its historical roots. In Portugal, engineer education is done based on two different higher education subsystems, the university and the polytechnic. This study analyses how engineers' educational models, present in the two Portuguese higher education subsystems, influence and are reflected in the importance attached to students' ethic and civic education and in the role that this training plays. Although the data suggest the prevalence of the distinction between the two training models and the corresponding distinction of ethic and civic education that is incorporated in the curricula, it is also noted the existence of mixed feature courses in university education.

ARTICLE HISTORY

Received 25 May 2016

Accepted 24 November 2016

KEYWORDS

Ethics education; engineering education; engineering action conception; engineering education models

1. Characterisation of the Portuguese higher education binary system

In Portugal, since 1973, higher education is divided into two subsystems, university education and polytechnic education (Law 5/73 of 25 July 1973), and these two subsystems offer engineering courses.

The university higher education in the engineering area has its historical origin in Lisbon and Porto's polytechnics schools, which were created in the nineteenth century following the French *École Polytechnique* engineer's education model. At the beginning of the twentieth century, these two schools were integrated into the newly created Lisbon and Porto University, giving rise to the university engineering education (Azevedo 2013).

The current polytechnic education originated in middle schools (commercial and industrial institutes), which trained technical-level professionals. These schools were converted into higher education at the end of the nineteenth century and started to train *auxiliary engineers* who were hierarchically subordinate to the engineers trained by the universities (Santos 2011). While in the university education, engineering courses followed the French model (long-term courses of five years and a strong scientific training component), the polytechnic courses followed essentially the short training British model (3 years) (incorporated engineer – *leng*) (Silveira 2005).

In the current version of the Portuguese education system law, the distinction between the two subsystems persists, reserving the 'investigation and the creation of knowledge' for universities and leaving for the polytechnic the mission of 'applied research (...) and directed to the understanding and solution of practical problems "in the sense of their" applications with a view to the exercise

of professional activities' (Law nº 49/2005 of 30 August 2005). This distinction is reinforced by other Law (No. 62/2007-Legal Regime of IES 2007) that justifies the existence of the higher education binary nature based on the demand for 'professionally oriented vocational courses'. This law reserves for university education a 'sound scientific training and competence in research', and for the polytechnic education, the 'vocational training' and the professionally oriented 'advanced technical training'.

Nowadays, due to the adequacy to the Bologna process, the university subsystems can teach Licentiate courses (3 years), Master (+ 2 years), Integrated Master (5 years) and Ph.D. (+ 3 years). Polytechnic subsystems can teach only Licentiate courses (3 years) and Masters (+2 years - of vocational character). Thus, from an institutional point of view, in the Portuguese higher education, the coexistence of the two models (inspired on French and British models) training and professional engineer profiles remains.

On the characterisation of the two subsystems, it is important to take into account their organisational and cultural-historical particularities. In this context, it is necessary to consider that universities bring together several higher education institutions from different areas of knowledge (including the humanities, the arts, the sciences, technology, health, social sciences and humanities) and that most are institutions with a strong intervention research component and of a cultural nature. On the other hand, the polytechnic teaching is historically more recent and aggregates essentially schools in the areas of education, accounting, nursing and engineering, being that its cultural experience is less relevant, and in some cases, almost non-existent.

However, the curricular differentiation between the two subsystems mitigated over time, especially with the adequacy of the courses to the Bologna process. In this process, several university institutions have chosen to offer short-duration (Licentiate – 3 years) engineering courses while others opted for engineering courses with Integrated Master's degree (5 years). Several university engineering institutions have chosen to teach short and long-term courses, depending on the engineering area in question. With the opening of universities for short courses, in Portugal, there was an increase in engineering training based predominantly on the influence of British model (currently from the 184 public higher education engineering courses, only 58 are longer training, predominantly based on the influence of French model). However, the universities that feature more short-duration engineering courses are the most recent and have less historical burden.

On the other hand, the polytechnic engineering courses came closer to the university education profile, which resulted from the increase in the theoretical training and the decrease of the courses with professional internships. It is also relevant to take into account the recent change in the higher education polytechnic teaching staff profile, which in the past also included industry professionals, and since 2011 began to privilege that they have the same academic requirements as the university education system teachers (ECDESP 2010). In this way, preference was given to theoretical academic training over vocational experience, highlighting the decrease in the vocational and practical aspect of polytechnic education.

2. The mission of higher education institutions and ethics education in engineering courses

Historically, Dubreuil (2007) points out that traditionally the area of engineering training was regarded as morally neutral; therefore, it did not require the consideration of values and, consequently, ethics education. According to Davis and Feinerman (2012), this apparent neutrality of engineering did not take into account the modes and the purposes for which expert knowledge can be used, nor its potential consequences on society, marked by globalisation (Børsen 2008; Rego and Braga 2014). In this sense, there are several authors and documents (including UNESCO, European Union and of professional bodies) who consider essential the need for engineering courses to promote the ethical, moral and civic development of their students (Ehrlich 2000; Magalhães 2006; Conlon 2013; Nussbaum 2014). In this context, it is emphasised the qualifying benchmarks defined by the Bergen Conference that began to be introduced in the higher education

course evaluation (Santos 2011). These define the competencies for the first cycle courses, where it stands out that students need, at the end of their training, to be able to do 'reflections on relevant social, scientific and ethical questions', within the respective field of knowledge (Council of Europe 2005).

However, being that in Portugal it is not mandatory to include this training component in engineering courses, its incorporation is left at the educational institutions discretion. Therefore, an analysis of the ethical and civic education of engineering students' puts a lot of pressure on considering the contemporary debate about the role and the mission adopted by higher education for each of the subsystems and institutions. This analysis is justified, particularly to know if relevance is being given to the mission of promoting the ethical and civic education of their students, and how it is implemented in the various institutions' curricula.

The top-level training is currently dominated by three chains that defend different mandates and missions of higher education (Magalhães 2006; Ramos 2010; Imaginário and Castro 2011), and in all of them coexists the importance of certain professional training, although with different characteristics. One of the chains defends that higher education must be knowledge and research centred, considering knowledge as a good in itself, and defining that it is higher education's responsibility to extend this same knowledge and pass it on. Another chain argues that higher education has as its main mission the training, particularly of professional field. A third perspective argues that the development of personality and character should be at the centre, focusing in a cultural perspective, and the importance of a democratic education.

The three perspectives are present in the design of higher education that is defined in the Portuguese legislation which includes as a function of higher education, research, teaching and a relationship with the society where it operates, particularly in the context of the economic and professional world (O'Banion 2010).

In polytechnic subsystem stands out the prevailing view of the centrality of vocational and professional training, in line with its historical evolution and the professional character that legislation gives it. In university education subsystem, the dominant perspective is the centrality of knowledge based on research and, in some cases, the centrality of personality and character development. Of course, the adoption of each of these perspectives will result in different assumptions of each institution's mission. At the institutional level, the different perspectives will influence the general guidelines for the construction and curriculum differentiation of the various courses taught by each higher education institution. What is to be sustained is that the conception of higher education's mission has a structural role in the whole pedagogical, political project of this level of education institutions and that will be substantially differentiated depending on the perspective and engineers' education model.

Thus, it is expected that the chain that defends the centrality of personality and character development places more importance on students' ethical and civic education (by including ethical and civic education in the full development of personality), and the chain that defends the centrality of knowledge focuses on ethics and civic training in a more philosophical aspect (in a perspective of gaining knowledge as philosophical concept) open to other areas of knowledge (including the humanities and social sciences). On the other hand, the chain that focuses on professional training can place less importance on ethical and civic education, or will incorporate this training in a strand more focused on professional and deontological ethics (in a normative and legal perspective, based on the deontological codes of professional conduct).

3. The conception of ethics education, the education model and the engineer concept

The engineer education models are strongly rooted in the historical concepts of the engineer and in the perspective of the role of engineering in the world. However, because the education models are

at the base of these professional trainings, they also are part of the privileged form of dissemination/formatting of the engineer concept and promote a certain idea of engineering action.

Dubreuil (2007) considers that the concept of the role of engineering in the world, and as such the role of the engineer, is strongly linked to four major ideologies: the *ideology of progress* in which the technical progress, and as such engineering, is seen as a lever of social progress (Adler 1991); the *liberal ideology* in which the motor of social development is the economy, and the engineer is seen as the key element of the production/manufacturing process (Layton 1986; Habermas 1994); the *professional ideology* in which competence and technical and scientific knowledge are considered as the engine of social development, and the engineer is seen as the expert or specialist; and the *aesthetic ideology* in which creativity technique is considered the great engine of development, while the engineers are viewed as inventors focused on passion for the technique.

Each of the four visions of the role of engineering in the world will lead to different ways of conceiving the ethical and civic education of engineering students. For Rego and Braga (2014), the basic strategies of civic and ethical training of engineering students are subdivided into: *legalistic strategy* – based on the knowledge of professional ethics code with the aim of preventing its transgression; *integrity strategy* – focusing on organisational values and accountability; and the strategy of *human excellence* – which seeks to promote the development of human virtues of each individual/professional. These strategies reflect different concepts of ethics and of the role of engineers in society, and as such are associated with the educational model of engineers. According to each of these strategies and ethical concepts, different implementations of ethics and civic education in the curriculum and different pedagogical approaches and of evaluation are created.

For Nussbaum (2014), the model of vocational training that is just focused on the ethical training of engineers that aimed only the deontological component is in deficit, because it is necessary to incorporate a more embracing preparation in order to prepare engineers for ethical reflection and active citizenship. This author points out that, by limiting engineer education to technical training, higher education is training professionals who are unable to understand the meaning of the world.

On the other hand, in the perspectives of Spiezio (2009), Jacoby and Hollander (2009), the civic and ethical development of students must permeate the entire life of higher education institutions. Also, Rovira (2003) points out that the ethical and moral training is a process of personality development that implies all of the educational institutions' everyday experiences. This perspective fits preferably in the mission that assumes personality development and character of students, independent of their training field; thus, the higher education institution assumes the mission of educating their students in an integrated form and not only from a technical and professional point of view.

Given that there is a clear connection between ethics, morality and citizenship, it is also important to consider that these aspects are inseparable, because each civic concern is always associated with moral and ethical issues, and the exercise of citizenship always implies the consideration of values (Ehrlich 2000). Thus, and as ethics are closely related to civic education, it is necessary to consider that the two components of education (ethics and civic) can interlace in the same training process, being difficult to separate.

To better understand this connection, it is important to consider the concepts of ethical education, deontological education and civic education used in this study. The ethical education, within a deontological perspective, focuses on obligation and can be conceived within the idea of moral action and, being so, it regards the personal sphere (La Taille 2006). Therefore, the deontological education is related to the individual conduct which, in the professional field, must respect the norms from the deontological code (the profession rules). It is a normative ethical education.

However, the ethical education, in a wider perspective, goes beyond individual action and norms, and entails and contributes to the social construction of the public sphere (Knoch 2004). This construction is the result of personal and collective continuous critical reflection and responsibility about the current and future socio-political and environmental construction (Jonas 1985). Thus, this training includes aspects from philosophy, sociology and history that allow to understand, interpret and critically reflect on the contemporaneity and its complexity (Nussbaum 2014), as well as the

consequences for the future. The ethics, then, is not limited to the analysis of personal or current issues, but extends the analysis to the relationship with the other and even with future generation.

In this sense, Magalhães (2010) conceives ethics as the foundation of moral and citizenship, contributing to a fairer world. Considering civism as the everyday behaviour of an active citizen, promoting the civic education is to promote active citizenship. Training and education are central to this process, particularly on the ethical level, given that becoming a citizen entails the personal and relational development, encompassing the whole personality and the context (Carmo 2014).

As shown, the ethical and civic education of engineering students is a current issue that constitutes a challenge to the curriculum organisation and that is closely related to higher education conceptions, engineer educational models and the respective conceptions of engineering, but is not much studied in Portugal. Thus, the study presented here aims to make known how engineers' educational models, present in the two Portuguese higher education subsystems, influence and are reflected in the importance attached to students' civic and ethics education and in the role that this training plays, namely through its inclusion in the engineering course curriculum and its features.

Being that training in the engineering area in Portugal is held by either the university, or the polytechnic subsystem, the study encompasses these two subsystems considering the courses of first cycle: Licentiate degree with a duration of 3 years, corresponding to 180 ECTS; and Integrated Master's courses, with a duration of 5 years, corresponding to 300 ECTS.

It should be noted that, at the national level, 46% of higher education institutions that promote engineering courses are of university subsystem and 54% are from polytechnic subsystem.

4. The importance given to ethics and civic education in the engineering courses, due to educational subsystem – variables of the study

The *importance given* to the ethical and civic training is a latent variable that can be inferred only through other variables. Thus, in this study were considered in the inference process of variable *importance given*, the variables: the presence of this educational component in the curricula; ethical and civic education features present in the curricula; and the number of ECTS credits assigned to this training domain. Pertaining to training characteristics, the following were considered relevant: the curricular unit type (specific content, or various content); the frequency regime of the curricular unit (mandatory, optional, or voluntary); and the curricular year it fits in.

In order to infer the role that this type of training is called to play in the engineering training process, the education aspect of ethics (ethics in the philosophical sense, from the perspective of deontological/professional ethics or citizenship education) included in this training curricular units was also studied.

Based on the studies of Spiezio (2009), Jacoby and Hollander (2009), and Rovira (2003), which underline the importance of ethical and civic education to be regarded as an institutional project, it was also considered relevant, to infer the *importance given* to the ethical and civic education, the existence of an institutional curriculum strategy that encompasses all engineering courses that each institution teaches.

4.1. Methodology

To know how the Portuguese higher education institutions in the area of engineering implement in the curriculum (or not) the ethical and civic education, engineering course study plan data were gathered, in both subsystems (polytechnic and university), to identify its presence or absence.

The data collection was conducted in the academic year 2015/2016 and covered the first cycle courses (degree-3 years of training) and integrated master (5 years) of 28 institutions (15 from the polytechnic and 13 from the university subsystem), in a total of 184 courses (126 undergraduate degrees and 58 integrated masters), corresponding to the universe of existing engineering courses in the public sector in Portugal. Table 1 presents the distribution of the engineering courses by

Table 1. Number of courses and institutions covered by the study, in the light of the subsystem of higher education and academic degree.

	Licentiate courses	Integrated Master's courses	Institutions
Polytechnic subsystem	86		15
University subsystem	40	58	13
Total courses	184		

the two subsystems (university and polytechnic) and by type of course (Licentiate and Integrated Master). The collection of official curriculum courses was made through the official website of each institution and the *Diário da República* and, subsequently, subject to a review in order to identify the options proposed in the curriculum in the framework of students' ethical, moral, deontological, and/or civic education.

The data collection was made on the basis of a documentary analysis procedure that identified the presence of curricular units in this ethics education area and their characteristics. In this procedure, the following steps were adopted in the definition of the *analysis corpus*:

- the first step consisted in the analysis of the curricular programme from each Engineering course, to identify the curricular units (CU) with a designation that pointed clearly towards contents of a technical-scientific nature (mathematics, physics, chemistry, biology, and from the specific technical domains of each type of engineering). These technical-scientific CU were, then, excluded from the study, and the remaining ones formed the *corpus* for a second analysis.
- the second step consisted in the analysis of titles, objectives and contents from each of the remaining CU. This analysis contemplated the presence of keywords such as ethics, deontology, civism and citizenship. Also considered were the objectives and contents formulated within a perspective of a broader ethics education (for example, 'to develop a culture of responsibility of the technologist concerning the social whole'). The set of CU selected by the end of this analysis constituted the *corpus* of the study.

The curricular units identified, whose content refers to ethics, deontological, and/or civic education, were grouped into two groups in this study: *specific content curriculum units* – when the unit focuses completely on ethics, deontological and/or civics education; and *curricular units of various contents* – when the content related to the ethical, civic or deontological education is embedded within a generic or syllabus curriculum unit, in which some contents of ethical or civic education coexist along with technical–scientific contents or transversal skills.

The following examples help to better understand this criterion:

- *specific content curriculum units* – the curricular unit of 'Ethic: The Major Questions of Our Time', whose contents focus solely on the ethical reflection about contemporary society, particularly in what concerns to: social construction, politics, social justice, multiculturalism, relativism, the limits of techno-vigilance and techno-control, protecting nature, the limits of life and death;
- *curricular units of various contents* – the curricular unit of 'Introduction to Civil Engineering and Technical Drawing', whose contents and objectives entail 'the ethical and environmental issues in the profession' and the teaching of technical drawing.

The information related to the year when ethical or civic education was incorporated in the course was also collected and processed, as well as the type of frequency regime (mandatory, optional or voluntary) and the corresponding ECTS.

Courses with an ethical or civic education were identified in each higher education institution with engineering courses. It was considered whether this training was similar or presented different features in courses within the same institution. The analysis was developed in order to find institutions

that promote ethical or civic training in all its engineering courses, inquiring about the possible existence of ethical and civic training projects covering the entire institution.

The three authors, then, proceeded to the triangulation of the analysis. The analysis performed was of a quantitative character orientation and of a qualitative interpretive nature as well.

5. Results and analysis

5.1. Presence of curricular units focused on ethical and civic education by institution

To understand the influence of the model and educational subsystem on an institutional strategy of ethical or civic engineering students' training, Table 2 shows the number of institutions which include curricular units of ethics or civics education in most of their engineering course (more than 60% of their courses), or all their engineering courses; those that only occur in some engineering courses (at least 1); and those that do not feature any course.

From Table 2, it can be seen that only 3 university institutions (of the total 28 institutions) show ethical, moral or civic education in all or most (over 60%) of its engineering courses. When it comes to polytechnic education, none of the institutions does it.

Note also that the number of university institutions that does not provide ethics education in any of its engineering courses is only 3 (corresponding to 23% of the higher education university institutions). Concerning the polytechnic education, 7 institutions (representing 46.67% of the polytechnic higher education institutions) do not show in its engineering courses any curricular unit that includes ethics or civic training.

It is also relevant to bear in mind that 8 (53.3%) of the 15 polytechnic institutions and 10 (76.9%) of the 13 university institutions feature some training in this area, in the form of curricular units included in the official course curriculum.

In each of the 8 polytechnic institutions showing curricular units that include ethics or civic education in their engineering courses, only 1 engineering course offers training in this area, and each course features just a curricular unit in this area of training.

Of the 13 universities' higher education institutions, 10 offer training in this area, in the form of curricular units included in the official engineering course curriculum. Regarding the different engineering courses, it is noted that 10 include in their curriculum 2 curricular units in these areas of education, and that these courses all belong to the same institution.

Thus, we can conclude that the universities offer more training in this area than the polytechnic institutions, and that in 3 of the university institutions (public) with engineering courses, there seems to be an institutional project in this training area which, as such, includes most or all of its engineering courses. The largest number of civics or ethics educational curricular units by engineering course also occurs in university education, strengthening the perspective that university education places greater importance on this training component.

5.2. Ethics training in the engineering courses curricula

Based on the results presented in Table 3, the indication that university higher education assigns more importance to ethics and civic education is further reinforced by the fact that 57% of its

Table 2. Number of higher education institutions that show ethical or civic education in their various engineering courses, depending on the educational subsystem (Monteiro, Leite, and Rocha 2016).

Presence of ethics or civic education	Higher education institutions with engineering courses		Total
	University subsystem	Polytechnic subsystem	
In most (or all) of the courses	3	0	3
Only in some courses	7	8	15
In none of the courses	3	7	10
Total	13	15	28

Table 3. Percentage and number of engineering courses showing curricular units in this training area, based on the type and educational subsystem.

Presence of ethic or civic education	Engineering courses	
	University subsystem	Polytechnic subsystem
Licentiate courses	12 (30%)	9 (10%)
Integrated master's courses	33 (57%)	–
Total licentiate courses	40	86
Total integrated Master's courses	58	–

Integrated Masters engineering courses, and 30% of university higher education Licentiate courses include in their curricula at least one curricular unit that incorporates a civic or ethic educational component. Considering the higher education polytechnic engineering courses, only 10% of their courses (Licentiate) show a curriculum unit in this training area.

When considering all of the Licentiate degrees (126 engineering courses), only 17% have at least one ethics or civics curricular unit in their training. However, this figure drops to 10% in the polytechnic education degrees, and this rises to 30% in the Licentiate of university education. Note that, despite having the same course length (3 years), the university offers a greater presence of ethics education in their curricula.

However, when comparing the Licentiate degrees with integrated masters of the university education, it should be noted that the presence of ethics education in the official integrated master engineering course curriculum (57%) is much higher than the in Licentiate courses (30%). When compared with the polytechnic education (Licentiate), the difference becomes even more evident (from 10% in the polytechnic, to 57% in the university-integrated master's degrees).

These results indicate that the long-term engineering courses (integrated masters), which had in its origin the engineer's training model from *École Polytechnique*, include more ethical and civic education in their engineering courses, reinforcing the view that its underlying concept corresponds to a more integrated education model opened to other training areas of knowledge other than just the engineering field.

5.3. Regarding the curricular unit type /frequency regime

Considering the data presented in Table 4, in polytechnic education, 88.88% of curricular units that include ethics or civics education are mandatory and 11.11% are optional. Content specific curricular units are 55.55% of the total curricular units present in polytechnic higher education engineering courses (44.44% as mandatory and 11.11% as optional).

In university higher education, curricular units that predominate are the ones with various contents and of mandatory frequency (58.33% for Licentiate and 52.08% for Integrated Masters degrees). Unlike the polytechnic education, content-specific curricular units have less representation in university education, representing only 16.66% in Licentiate and 33.33% in Integrated Master's

Table 4. Percentage of curricular units present in engineering courses that incorporate ethics or civic education, according to their typology (specific content or various contents) and with their own frequency regime.

		Curricular units that include ethics or civics education		
		University education		Polytechnic education
Type of curricular units	Frequency regime	Licentiate	Integrated masters	
Specific content	Mandatory	8.33%	18.75%	44.44%
	Optional	8.33%	14.58%	11.11%
	Voluntary	–	–	–
Various contents	Mandatory	58.33%	52.08%	44.44%
	Optional	8.33%	14.58%	
	Voluntary	16.67%		
Total curricular units		12	48	9

Table 5. Number and percentage of the engineering courses that include in their curriculum mandatory ethics or civic education incorporated in curricular units.

Type of curricular units	Courses with mandatory curricular units that include ethics or civics education		
	University education		Polytechnic education
	Licentiate	Integrated masters	
Specific content	1 (2.5%)	9 (15.52%)	4 (4.65%)
Various contents	7 (17.5%)	16 (27.58%)	4 (4.66%)
Total courses	40	58	86

degrees. In this education subsystem, there are also voluntary curricular course units, corresponding to curricular units that are not part of the 180 ECTS required for completion of the degree (Licentiate), that is, that are extracurricular.

Being that the optional and voluntary curricular units are not considered essential to the training of future engineering professionals, and so are not mandatory, [Table 5](#) shows the number of courses with mandatory ethics or civic education curricular units.

When we remove from the analysis the non-compulsory curriculum units, it can be observed that university higher education includes more ethics or civics education in their engineering courses than the polytechnics courses. Although the polytechnic education shows specific content curricular units, in this training domain, it is only in 4.65% of their courses, while in the Integrated Master's, it is at 15.52% of the courses, and in university Licentiate courses, its present in 2.5% of those courses.

It is noted that 11 Integrated Master's courses (from one higher education institution) include in their curriculum 2 compulsory curricular units covering ethics education, one with specific content and another with various contents.

5.4. Year of the course and number of ECTS

It is still important to consider the relative weight that the ethics or civic education component has in relation to the total volume of work by engineering course students. So, the respective allocation of ECTS considered has a relative weight measure, as these reflect the amount of work each curricular unit requires in relation to the total volume of work/study necessary to successfully complete the respective course. That is, they 'measure' the amount of the student's work in a relative form. In

Table 6. ECTS allocated to curricular units that incorporate ethics or civic education on the basis of the subsystem and the curricular unit characteristics.

	Type of curricular unit	Operating regime	Trend	ECTS on average	Standard deviation	ECTS course total	% as per the total ECTS
University education: licentiate	Specific contents	Mandatory	3	3	0	180	1.67%
		Optional	2	2	0	180	1.11%
	Various contents	Mandatory	1.5–3	3.06	1.56	180	1.70%
		Optional	3	3	0	180	1.67%
		Voluntary	2	2	0	180	1.11%
Total average of licentiate courses				2.77		1.54%	
University education: integrated Masters	Specific contents	Mandatory	3	3	0	300	1.00%
		Option	5	5	0	300	1.66%
	Various contents	Mandatory	3	2.82	1.55	300	0.94%
		Optional	3	3	0	300	1.00%
		Voluntary					
Total average of integrated masters				3.16		1.05%	
Total average of university education				3.19		–	
Polytechnic education: Licentiate	Specific contents	Mandatory	2	2	0.71	180	1.11%
		Optional	2	2	0	180	1.11%
	Various contents	Mandatory	–	2	1.41	180	1.11%
		Optional					
Total average of polytechnic education				2.63		1.46%	

this sense, Table 6 show the average ECTS assigned to curricular units that incorporate ethics or civic education components, as well as the percentage that the average corresponds to in comparison to the total ECTS for each course.

In higher polytechnic education, on average, the curricular units correspond to 2 ECTS (1.11% of the total of its 180 ECTS). In Licentiate courses of university education, mandatory various contents curricular units are the ones with the highest percentage of ECTS (1.70% of the total 180 ECTS, corresponding to 3.062 ECTS), and the content-specific curricular units optional, as well as voluntary, have the smallest percentage (1.11% of the total, 2 ECTS). In the case of Integrated Master's degrees, on average, the largest allocation of ECTS occurs in content-specific and optional curriculum units with 5 ECTS (1.66% of the total of 300 ECTS), and the lowest (ECTS, i.e. 2.82 0.94% of the total) is mandatory and various content curricular units.

It is also necessary to bear in mind that, regarding the university education Integrated Master's courses, mandatory specific content curricular units that incorporate ethics education belong to the courses that include 2 curricular units in this area of training, each with 3 ECTS, assigning 6 ECTS (2% of the total of 300 ECTS) to all the curricular units that incorporate ethics or civic education.

The individual ECTS of each curricular unit in this training domain may range from 1.5 to 6 ECTS in university education, and from 1 to 5 ECTS in polytechnic education.

Both in polytechnic education, and in university education, the curricular units that have the greatest number of ECTS are the various content ones.

Taking into account the 2 university institutions with a mandatory ethics or civic education project and common to all or most of its engineering courses: 1 of the institutions (with 10 engineering courses) assigned to the various contents curricular unit that incorporates this training component 1.5 ECTS (substantially below the average value for the Integrated Masters, which is 3.16 ECTS); and the other institution (with 11 engineering courses) included in its courses two curricular units, one of specific contents and the other various contents each with 3 ECTS, that is, 6 ECTS (substantially above the average).

Figure 1 shows the distribution of years in which the curricular units, that include ethic or civic education, are incorporated into engineering courses. In Licentiate degrees, both in the polytechnic, and in the university education, it is more frequent to see a higher number of curricular units in this training area by the third year. However, in Integrated Master courses, these tend to arise more often in the first year of the course.

Thus, the Integrated Master curricular units that incorporate ethics or civic education components tend to be part of the early years of the course (58% are in the first year and 23% in the second year), being that these early formative years are normally intended for a more general training. In most Licentiate degrees, curricular units for this type of training are included in the third (and final) year of the course (67% in polytechnic education, and 50% in Licentiate university education), the year in which the transition to begin professional activity takes place.

The curricular year when this training component is incorporated may have a relevant role in the ethics education characteristics, since it is expected that students in earlier years have less sensitivity to ethical issues that are specific to professional engineering practice, as well as having less maturity.

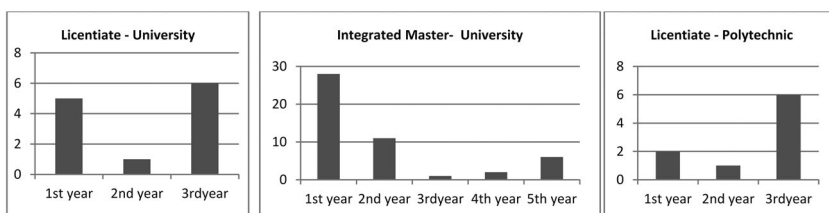


Figure 1. Distribution of curricular units with ethics or civics education by course years, respectively, for: Licentiate courses of university subsystem; Licentiate courses of polytechnic subsystem; and for the university education Integrated Master's courses.

In this same sense, by incorporating this training component in the last years of the course, it is expected for this training to incorporate and focus more on deepens ethical and deontological perspective and professional practice. On the other hand, curricular units of the first formative years are considered basic training, while those in the last years are specific engineering training, having a more vocational nature.

Thus, the predominance of ethics education in the last year of the Licentiate degrees is concordant with a perspective of vocational training and related to the British model that is at the origin of the short courses engineer training. But, to better clarify this analysis, it is necessary to take into account the content and the different facets of ethics and civics education.

5.5. Conception of ethics and of engineering action

From the analysis of the contents and objectives of the curricular units under study, 12 categories were identified. These categories represent and group the diversity of the ethical and civic education contents of engineering course students:

- ethics from a philosophical point of view (whenever the contents and objectives contemplate a broader perspective on ethics, which incorporates aspects of a philosophical, sociological and historical dimension, namely at the level of the contemporary ethical theories and of the critical analysis of society and of the engineering role);
- ethics: fraud and academic plagiarism (whenever the contents and objectives focus on preventing fraud and plagiarism, therefore being a normative ethical education);
- ethics: professional deontology (whenever the contents and objectives focus on teaching the norms from the engineers' professional ethical code, and on the prevention of corruption in the professional activity);
- ethics: business and legal point of view (whenever the contents and objectives focus on the law and on the organisational and business operating rules);
- bioethics (whenever the contents and objectives focus on the ethical issues that arise from the potential use of advances in biology and medicine);
- ethical judgement (case studies) (whenever the contents and objectives focus on the study of hypothetical cases and scenarios, in which the aim is to ethically evaluate the situation, the decision choice and its justification);
- social and environmental consequences of engineering action (whenever the contents and objectives focus on studying the consequences of engineering actions, namely its social and environmental impact);
- citizenship and civics (whenever the contents and objectives focus on developing civic and/or active citizenship competencies);
- human rights (whenever the contents and objectives focus on studying and reflecting upon human rights);
- community service activities/volunteering (whenever the contents and objectives focus on the practical intervention in volunteering projects and service to the community, promoting the ethical growth, the civic and social awareness and active citizenship);
- critical reflection (whenever the contents and objectives focus on learning the steps to promote and develop the critical reflection);
- socio-historical evolution of technology (whenever the contents and objectives focus on the critical analysis of the historical evolution of technology, as well as its social, cultural and environmental consequences).

Table 7 shows the number of curricular units that incorporate in its contents or objectives each of the 12 categories identified.

Table 7. Number of curricular units that focus on each of the 12 identified categories.

	University education			Polytechnic education licentiate
	Integrated masters	Licentiate	Total university education	
Ethics from a philosophical point of view	7	1	8	1
Ethics: fraud and academic plagiarism	18	2	20	
Ethics: professional deontology	18	4	22	3
Ethics: business and legal point of view	6	2	8	2
Bioethics	1		1	
Ethical judgement (case studies)	11	2	13	3
Social and environmental consequences of engineering action	13	3	16	2
Citizenship and civics	15	3	18	
Human rights	5		5	
Community service activities/volunteering	6	4	10	
Critical reflection	18	2	20	
Socio-historical evolution of technology	1	1	2	

An analysis of Table 7 allows you to see the topics that are most covered in this training area curriculum units that focus mainly on deontological and professional dimension (discussed in 25 curricular units), on academic fraud and plagiarism (in 20 curricular units) and in critical reflection (in 20 curricular units).

In polytechnic education, the topics that are most covered in the respective curriculum units focus primarily on deontological and professional ethics and in the practical training of ethical judgement analysis. In this educational subsystem, there is a concentration on the topics discussed around professional engineering and practical action.

Where university education is concerned, there is a substantial dispersion of ethical perspectives addressed, reflected in a broadening of the training methodologies applied (in some cases do not correspond to traditional curriculum units, and are the students' choice, such as social volunteering actions). This extension also creates a path for other knowledge areas (including the social sciences and humanities) and the promotion and the development of the critical spirit. This aspect is coherent with the option of training predominantly in the early years of the courses, since it fits in a perspective of knowledge expansion, open to other areas of knowledge, but less centred on professional practice.

This dispersion could indicate a broader and integral conception of ethics that, while recognised as necessary to engineer training, will also be linked to a wider conception of the engineer seen as intervening from the social point of view.

On the other hand, the concentration of polytechnic education curricular units on deontological and practical aspects suggests a conception of ethics applied to the profession, legal and practical, associated with a vision of the engineer as instrumental and professional, but not as an active player at the social level. This focus on ethics applied to the professional practice is consistent with the option of this training occurring in the last year.

It is important, however, to bear in mind that the short courses (3 years) leave less space to incorporate an embracing training, when compared with the Integrated Master's courses (5 years).

5.6. Importance and role assigned to ethics education

In order to infer *importance given* to ethics and civic education and relate it to the subsystems of engineer training in Portugal and respective education models, presented in Table 8 is the summary of the several variables collected and analysed, on the basis of the education subsystem (university and polytechnic) and the type of course (Licentiate and Integrated Master).

Note that, although the polytechnic education only shows ethics education in 10% of its course curriculum, this training is essentially mandatory and from specific contents to this area of training and occurs mostly in the last year of training. However, this training focuses mostly on deontological

Table 8. Summary of the variables considered to infer about the role and the *importance given* to ethics and civic education as a function of the higher education subsystem and type of course.

	University education		Polytechnic education
	Licentiate	Integrated master	licentiate
Presence of this training component in the curricula	30% of the courses	57% of the courses	10% of the courses
Courses with mandatory frequency curricular units	20% of the courses	43.10% of the courses	9.31% of the courses
Predominant frequency regime of curricular units	66.67% mandatory	70.83% mandatory	88.88% mandatory
Predominant type of curricular unit	83.3% of various contents	66.67% de of various contents	55.55% specific contents
Curricular year in which the predominant fits	3rd year	1st year	3rd year
Spectrum of ethics or civic training	+ embracing	+ embracing	+ deontological
Existence of a curricular institutional strategy	Yes, in 3 institutions	Yes, in 3 institutions	No
ECTS average	2.772	3.163	2.625

perspective and case-study analysis. This perspective is a strong indicator of a model centred on training professional and practical sense, in which the action of the engineer is seen as instrumental and limited in their knowledge domain.

From the university education point of view, the Integrated Masters have a higher ethical or civic training (57%), when compared with the Licentiate courses in the same education system (30%). However, the ethic education shown is mostly present in compulsory curricular units of various contents. The ethic education provided by university education to engineering students is more diverse and is present mainly in the first year of the course for the Integrated Masters, and the third year of the Licentiate. Thus, the data suggest that ethics training is seen in a position of knowledge that goes beyond the specifics of engineering, and as such, recognises that the practice of engineering has a relevant impact in social and human spheres. However, it will be necessary to take into account that this training component included in various contents curricular units corresponds only to a portion of this curricular unit, that is, it is necessary to evaluate the relative importance of this training component on the total contents of each curricular unit, this being a limitation of this study.

6. Conclusions

The data presented indicate that the prevalence of two subsystems of engineer training in Portugal is not limited to the difference in the number of years of education or the legislation, but still reflects different engineering education models and conceptions of the role of engineering in the world, as well as of the higher education role.

From the ethics or civic education point of view, still prevails in the polytechnic education the short duration training model of professional engineers wherein this educational component is absent in 90% of its engineering courses. When it exists, the ethics training is focused on deontological and practice perspective, compatible with a restricted vision of the engineer role that is essentially instrumental and professional. The engineer is seen more as an executor of technical orders than as a socially involved actor.

The long-duration courses with its historical origin in the training profile taken from the French school *École Polytechnique* feature some ethics or civic education component at 57%, essential as basic training and therefore incorporated mostly in the early years of training. This training component presents a greater thematic diversity, indicating openness to different areas of knowledge and contributing to a more open and embracing training. In this perspective, and in line with the French engineering education model, the role of the engineer is no longer limited to the mere

technique execution, but encompasses the dimension of leadership and intervention with strong social and political impacts (Dubreuil 2007).

Although the Licentiate courses of university education came closer to the polytechnic education model by providing short-duration engineering courses, it should be noted that in the ethic or civic education domain, it reflects the Integrated Master's course model. Such aspect may result from the fact that these two types of training coexist in the same educational institutions and therefore it is expected for mutual influences to occur. However, what seems more relevant is the institutional recognition of the ethical and civic education mission, which the data show occurring more at the university education level.

It is also relevant the existence of university education institutions with a common ethic project for all their engineering courses, which suggests a possible recognition of the importance of this training component included all educational institution as focused by Spiezio (2009), Jacoby and Hollander (2009) and Rovira (2003).

As mentioned before, it is concluded that in general, the university education which is strongly rooted in the French training model gives more importance to the ethical and civic education of engineering students, and that this training is not just limited to deontological training (Nussbaum 2014).

It is also concluded that the short courses (Licentiate) that are taught by university education institutions show strong influences from both training models. From the point of view of the topics covered in the ethics and civic education component, they do not follow the polytechnic model, but feature a profile similar to the university Integrated Master's courses. This will certainly be related to the institutional influence resulting from the fact that, in most cases, both types of courses coexist in the universities. To further clarify this point, the authors want to analyse the missions /statutes of every Portuguese higher education institution with engineering courses.

One of the limitations of this study is that it does not cover the possible existence of ethical education integrated into the techno-scientific curricular units, whereby the authors intend to continue their research in order to study this possibility.

Notes on contributors

Fátima Monteiro (fatmont@isec.pt), is Adjunct Professor in the Instituto Superior de Engenharia de Coimbra (www.isec.pt) (Superior Engineering Institute of Coimbra, Portugal); has an academic background in Electrical and Computers Engineering, in Education and Adult Training and Education Science (Universidade do Porto); the current interests of research are within the interconnection between engineering education, philosophy and educational sciences, mainly in the field of ethics and civic education of engineering students, in the conception of the engineer as a social and political actor and the design, in the assessment of learning and in the design and implementation of curriculum in engineering courses.

Carlanda Leite (carlanda@fpce.up.pt), is full professor of Faculdade de Psicologia e Ciências da Educação (www.fpce.up.pt) (Faculty of Psychology & Educational Sciences) – Universidade do Porto (Porto, Portugal); with PhD in Educational Sciences; is the author of several books, book chapters and articles in scientific journals; the current interests of research are: educational and curricular policies; education and multiculturalism; assessment of learning; institutional evaluation and the quality of training; policies and teacher training models and teaching in higher education.

Cristina Rocha (crocha@fpce.up.pt) is associate Professor of Faculdade de Psicologia e Ciências da Educação (www.fpce.up.pt) (Faculty of Psychology & Educational Sciences) – Universidade do Porto (Porto, Portugal), with an academic background in Sociology and PhD in Educational Sciences; is the author of several books, book chapters and articles in scientific journals; the current interests of research are: Social history of the professions and professional knowledge; Sociohistorical family and childhood; family and childhood sociology; social policies and social protection contexts; training and social change systems.

ORCID

Fátima Monteiro  <http://orcid.org/0000-0002-4398-0809>

References

- Adler, Emanuel. 1991. *The Power of Ideology – The Quest for Technological Autonomy in Argentina and Brazil*. London: University of California Press.
- Azevedo, Sebastião Feyo. 2013. “Da Academia Polytechnica de 1837 à Faculdade de Engenharia de Hoje: 176 anos de estudos superiores de engenharia no Porto.” *Newsletter da SPEE* n.º 5: 20–22.
- Børsen, T. 2008. “Developing Ethics Competencies Among Science Students at the University of Copenhagen.” *European Journal of Engineering Education* 33 (2): 179–186. doi:10.1080/03043790801987735.
- Carmo, Hermano. 2014. *A educação para a cidadania no século XXI: Trilhos de intervenção*. Lisboa: Escolar Editora.
- Conlon, E. 2013. “Broadening Engineering Education: Bringing the Community in: Commentary on “Social Responsibility in French Engineering Education: A Historical and Sociological Analysis”.” *Science and Engineering Ethics* 19 (4): 1589–1594. doi:10.1007/s11948-013-9476-x.
- Council of Europe. 2005. The framework of qualifications for the European higher education area – Bergen conference of European ministers responsible for higher education, May 19–20.
- Davis, M., and A. Feinerman. 2012. “Assessing Graduate Student Progress in Engineering Ethics.” *Science & Engineering Ethics* 18 (2): 351–367. doi:10.1007/s11948-010-9250-2.
- Dubreuil, B. 2007. *Imaginaire Technique et Éthique Sociale*. Lisboa: Instituto Piaget.
- ECDESP. 2010. *Diário da República*.
- Ehrlich, Thomas. 2000. *Civic Responsibility and Higher Education*. Westport: American Council on Education e Oryx Press.
- Habermas, Jünger. 1994. “Técnica e Ciência como “Ideologia”.” Lisboa: Edições 70.
- Imaginário, Luís, and José Castro. 2011. *Psicologia da formação profissional e da educação de adultos – Passos passados, presentes e futuros*. Porto: Livpsic.
- Jacoby, Barbara, and Elisabeth Hollander. 2009. “Securing the Future of Civic Engagement in Higher Education.” In *Civic Engagement in Higher Education: Concepts and Practices*, Barbara Jacoby (org), 227–249. San Francisco: Jossey-Bass Books.
- Jonas, Hans. 1985. *Imperative of Responsibility – In Search of an Ethic for the Technological Age*. Chicago: The University of Chicago Press.
- Knoch, M. 2004. “A importância do estudo da ética no ensino superior: Uma reflexão epistemológica.” *Interações: Sociedade e as Novas Modernidades* 7: 81–95. Coimbra: Instituto Superior Miguel Torga.
- La Taille, Yves. 2006. *Moral e ética: dimensões intelectuais e afetivas*. Porto Alegre: Artemed Editora.
- Law 5/73 of 25 July. 1973. *Diário da República*.
- Law n.º 49/2005 of 30 August. 2005. *Diário da República*.
- Law no. 62/2007-Legal Regime of IES. 2007. *Diário da República*.
- Layton, Edwin T. 1986. *The Revolt of the Engineers: Social Responsibility and American Engineering Profession*. Michigan: Johns Hopkins University Press.
- Magalhães, António M. 2006. “A identidade do ensino superior: A educação superior e a universidade.” *Revista Lusófona de Educação* 7: 13–40.
- Magalhães, João. 2010. *Horizontes da ética. Para uma cidadania responsável*. Porto: Edições Afrontamento.
- Monteiro, F., C. Leite, and C. Rocha. 2016. “Ethics and Civic Education in the Curriculum of Engineering courses in Portuguese Higher Education System.” 8th international symposium on project approaches in Engineering Education (PAEE) and 14th Active Learning in Engineering Education Workshop, ALE.
- Nussbaum, Martha. 2014. *Educação e Justiça Social*. Odivelas: Edições Pedago.
- O'Banion, Terry. 2010. “Focus on Learning: The Core Mission of Higher Education.” In *Focus on Learning: A Learning College Reader*, edited by Terry O'Banion, and Cynthia Wilson. Retrieved from http://www.jsu.edu/redballoon/docs/10_Banion-Focus_on_Learning_Final.pdf.
- Ramos, Kátia. 2010. *Reconfigurar a profissionalidade docente universitária: um olhar sobre ações de atualização pedagógico-didática*. Porto: Universidade do Porto Editorial.
- Rego, Arménio, and Jorge Braga. 2014. *Ética para engenheiros*. 3ª ed. Lisboa: Lidel– edições técnicas.
- Rovira, Josep. 2003. *Prácticas morales - Una aproximación moral*. Barcelona: Ediciones Paidós Ibérica.
- Santos, S. 2011. *Comparative Analysis for the Evaluation Processes and Certification of Internal Quality Assurance Systems*. Lisbon: A3ES (Agency for evaluation and Accreditation of higher education).
- Silveira, M. 2005. *A formação do engenheiro inovador: uma visão internacional*. Rio de Janeiro: PUC-Rio, Sistema Maxwell.
- Spiezio, Kim. 2009. “Engaging General Education.” In *Civic Engagement in Higher Education: Concepts and Practices*, Barbara Jacoby (org), 85–98. San Francisco: Jossey-Bass Books.

3.4- Reflexões sobre o contributo da pesquisa divulgada no artigo para a investigação geral

Os resultados divulgados no artigo evidenciaram que a componente de formação ética está presente numa pequena percentagem de cursos de engenharia e que, no caso do ensino politécnico, esta presença é residual. A diferença entre os dois subsistemas poderá resultar, como já referido, das diferentes visões históricas do papel da engenharia na sociedade articuladas com cada um dos subsistemas (Dubreuil, 2007; Rodrigues, 1999).

Destaca-se ainda que as instituições de ensino da engenharia universitárias podem sofrer influências das restantes instituições de ensino superior que fazem parte de uma mesma Universidade e que incluem áreas do saber diversificadas, como, por exemplo, a filosofia e as ciências sociais e humanas, facto que poderá trazer influências para a instituição universitária no seu todo. Por outro lado, algumas destas dimensões do saber estão formalmente ausentes do ensino politécnico.

Considerando que a presença de formação ética é um indicador da não neutralidade da engenharia, os resultados obtidos indicam que a visão mais presente nos planos curriculares dos cursos de engenharia em Portugal é a da engenharia (e da ação do engenheiro/a) como ética e moralmente neutra. Tal visão da engenharia era congruente com visões do século XIX ou meados do século XX (Ehrlich, 2000; Dürr, 1999), mas não se enquadra na discussão contemporânea que argumenta que a engenharia é uma das áreas do saber com mais forte impacto social, político, económico e ambiental (Seager, Selinger e Wiek, 2012; Didier & Derouet, 2013; Nussbaum, 2014; Rego e Braga, 2014; Riley, 2008; Silva, 2006; Jamisson, Kolmos & Holgaard, 2014). Pode assim depreender-se a existência de alguma dificuldade em adaptar a construção dos planos curriculares dos cursos de engenharia portugueses a uma conceção da engenharia que vá para além da dimensão estritamente técnica, em que os engenheiros/as são vistos não como intervenientes sociais mas como meros executantes de ordens para isso sendo apenas necessário

possuir o saber-fazer técnico e o perfil obediente e leal, decorrente da formação deontológica.

Destaca-se ainda o facto de que apenas uma pequena percentagem das instituições que lecionam cursos de engenharia em Portugal apresenta uma formação ética que abranja todos os seus cursos de engenharia. Na maioria das instituições que oferecem alguma formação ética explícita no plano curricular dos seus cursos, ela só faz parte de um número reduzido desses cursos. Este facto indicia a coexistência de diferentes perspetivas sobre o papel da engenharia na mesma instituição, ou seja, que o perfil de engenheiro/a a formar não seja consensual.

Tal diversidade de concepções também poderá estar enraizada no perfil e história dos diferentes tipos de curso, uma vez que a engenharia abarca uma vasta área de saberes, alguns dos quais com uma formação muito recente. Neste contexto, destacam-se, nos cursos que apresentam mais presença de formação ética, as engenharias em que existem mais mulheres a frequentar os cursos e a exercer a prática profissional (Química, Biomédica, Biológica) e a engenharia Informática (Monteiro, Leite & Rocha, 2016a), e que, com exceção da engenharia Química, são das engenharias mais recentes. A presença de formação ética no curso de engenharia Informática deve-se à necessidade de desincentivar o uso indevido de dados pessoais e organizacionais (Figueiredo, 2010), e, portanto, assumindo esse cuidado um carácter essencialmente normativo, deontológico e legal. As engenharias tradicionais, mais antigas, mais técnicas e que têm menor presença de mulheres (Eletrotécnica, Mecânica, Civil, Eletromecânica (Monteiro, Leite & Rocha, 2017b)) são também as que apresentam menor presença de formação ética (Monteiro, Leite & Rocha, 2016a).

Por outro lado, o facto de muito poucas instituições apresentarem formação ética em todos os seus cursos de engenharia pode ser um indicador de que não têm um projeto de formação ética que englobe toda a instituição. No entanto, segundo Spiezio (2009), Jacoby e Hollander (2009), Ehrlich (2000) e Rovira (2003) a formação ética devia ser promovida de forma holística, envolvendo todas as práticas e vivências da instituição, nomeadamente as dimensões letivas e curriculares, embora não se restringindo a essa dimensão.

Dito de outro modo, deviam envolver todos os seus cursos, todo o seu corpo docente, discente e não docente, bem como atos e práticas institucionais. A formação ética limitada a uma atividade letiva circunscrita corre o risco de ser pouco eficiente, uma vez que a restante vivência académica dos estudantes dentro da instituição de ensino superior pode até ser antagónica ao discurso de uma formação ética. Segundo Rovira (2003), a coerência do todo potencia a integração ética que promove a adesão e o compromisso pessoal com os valores. No entanto, para que toda a instituição seja envolvida no processo de formação ética é necessário promover a reflexão ética entre todos os intervenientes da instituição e que as suas práticas sejam revistas e, se necessário, ajustadas à luz de preocupações éticas que fomentem a progressiva coerência entre os valores defendidos e os praticados (Ehrlich, 2000).

Os resultados da análise dos planos curriculares dos cursos de engenharia, e como já foi referido, permitiram concluir que na maioria dos cursos não está presente uma formação ética explícita que permita incorporar o debate contemporâneo sobre o papel da engenharia e da tecnologia na sociedade presente e futura. No entanto, é de realçar a existência de cursos que incluem uma e até três diferentes unidades curriculares que abarcam esta dimensão de reflexão (nomeadamente ao nível do debate ético e reflexão histórica sobre o papel da engenharia). Tal facto é indicador de que, embora ainda seja muito pontual, o debate sobre o papel da engenharia e da tecnologia já é tido em conta por uma parte (ainda que muito reduzida) do corpo docente da área da engenharia.

4

Uma formação ética com perspetiva de futuro

“O volume de educação continua a aumentar, e apesar disso também cresce a poluição, o consumo de recursos e os perigos dos limites ecológicos. Se para nos salvar é ainda necessária mais educação, então esta terá que ser uma educação de outro tipo, uma educação que nos leve à profundidade das coisas”.

Schumacher, E. (1973)

4.1- Enquadramento teórico

O presente capítulo centra-se na análise da formação ética que é incluída nos currículos dos cursos de engenharia, procurando identificar se esta formação apresenta as características de uma formação ética com perspetiva de futuro. Essa análise é apoiada num enquadramento teórico, apresentado também neste capítulo, que fundamentou o enunciado das características que são necessárias a uma formação ética comprometida com a construção responsável do presente e do futuro.

4.1.1- O progresso e a tecnociência

Fazendo jus à visão otimista, segundo Wootton (2017), o progresso registado nos últimos dois séculos promoveu grandes benefícios na qualidade de vida da maioria da população mundial, destacando-se quer as melhorias no domínio da saúde, quer na redução da pobreza. Para (Beck, 2016: 381) o progresso técnico e científico perspetivado pela modernidade promoveu a “transição das trevas para a luz” e consolidou a sua “teoria implícita da evolução moral”. As mudanças que ocorreram resultaram fortemente da substituição da tradição

pelo parecer técnico-científico dos especialistas (Beck, 2016; Habermas, 1994). Esta mudança sedimentou-se, ainda, na conceção da técnica e da ciência como uma ideologia (Habermas, 1994). Contudo, Beck (2016) e Santos (2010a) salientam que, apesar da modernidade, especialmente na dimensão da industrialização, estar a ser muito bem-sucedida, quanto mais a ciência e a tecnologia dominam a vida individual e coletiva, mais crescem as dúvidas sobre a autoridade da técnica e da ciência, bem como dos seus peritos. Esta perspetiva também é partilhada por Habermas (1994), por Sousa (2004), Giddens (1998) e por Dürre (1999). Tal deve-se ao facto de se estarem a tornar visíveis efeitos imprevisíveis e perigosos da bem-sucedida modernização e industrialização, de entre os quais se salienta a “irresponsável e feroz devastação da natureza” (Jonas, 2015:10). Neste âmbito, este último autor considera que o Homem, através do domínio que a tecnologia e a ciência lhe proporcionam sobre a natureza, construiu uma ameaça à continuação da vida sobre a Terra ou à continuação da espécie humana. A este propósito, Beck (2016) e Jonas (2015) salientam que este facto não se deve à incompetência, mas de uma excessiva competência e sucesso da ciência e tecnologia que gerou “megaperigos” globais e uma alteração profunda da sociedade. Trata-se de efeitos secundários que resultam da inimizabilidade dos sistemas da sociedade contemporânea, uma vez que todos os sistemas cooperaram para tal, numa ‘irresponsabilidade organizada’ (Beck, 2016).

Neste âmbito, a tecnologia é o instrumento que possibilita ao ser humano ampliar e aperfeiçoar as consequências da sua ação, que se tornam globais e potencialmente irreversíveis (Jonas, 2015). Para este autor, a utopia do progresso é a fonte do problema, pois incentiva a uma capacidade ilimitada de invenção e de domínio e exploração utilitária sobre a natureza, legitimando abusos do poder que a tecnologia permite no presente, e passando para as futuras gerações os problemas e perigos (como disso são exemplo os resíduos das centrais nucleares). Na perspetiva de Charles (2013: 18), “a autonomia prometida pelas Luzes teve por consequência última uma alienação total do mundo humano submetido ao peso terrível das duas calamidades da modernidade que são a técnica e o liberalismo de mercado”. Ainda em sentido próximo, Morin (1994) e Jonas (2015) assumem como posição que a ciência

desenvolveu um poder que, no entanto, a própria ciência não controla, e que por isso mesmo, para além dos seus benefícios, contém um elevado nível de manipulação e destruição.

Do complexo processo de interação entre ciência, tecnologia, economia e sociedade destaca-se que a tecnociência transforma a sociedade, mas ao fazê-lo é também transformada por essa mesma sociedade já transformada pela tecnologia, e todo este processo é também alimentado e orientado pelos interesses económicos, que manipulam e filtram o caminho seguido pela evolução técnico-científica (Morin, 1994). Perante tal complexidade, e tendo em conta o elevado desenvolvimento científico que caracteriza a contemporaneidade, Santos (2010a: 9) afirmou que “temos finalmente de perguntar pelo papel de todo o conhecimento científico acumulado no enriquecimento ou no empobrecimento prático das nossas vidas, ou seja, pelo contributo positivo ou negativo da ciência para a nossa felicidade”. É nesta linha que, neste trabalho, temos sustentado a posição da importância da formação ética e de uma análise sobre o papel da tecnologia e da engenharia quer no presente, quer na construção que no presente se faz do futuro.

4.1.2- A engenharia ao serviço do progresso e do desenvolvimento económico

O desenvolvimento da ciência teve a ele associado o desenvolvimento da tecnologia, que, por sua vez, proporcionou mais desenvolvimento científico, num ciclo contínuo e de velocidade exponencialmente crescente (Habermas, 1994; Leonhard, 2017). Este processo, impulsionado pelos benefícios económicos que dele se extraem, mudou profundamente a humanidade, a sua relação com o meio ambiente e a face do planeta Terra (Sousa, 2004). E neste processo destaca-se o papel da engenharia enquanto área especializada na transformação e conversão do conhecimento científico em ferramentas, máquinas, produtos, equipamentos eletrónicos e tecnológicos que podem ser

comercializados e usados na dimensão prática do dia-a-dia (Jamisson, Kolmos & Holgaard, 2014; Stephan, Michael, Michael, Jacob & Anesta, 2012).

Dürr (1999), no final do séc. XX afirmava que a investigação científica desprovida de interesses económicos, e como tal só focada no desejo de aumentar o conhecimento como um bem em si mesmo, não é responsável pela utilização prática desse mesmo conhecimento. No entanto, este autor considerou que esta vertente de investigação quase desapareceu sob o peso da investigação com interesses económicos, embora considere também que, apesar do destacado papel do sistema económico em todo o processo de desenvolvimento atual, o ramo do saber que passa do *saber* ao *fazer* é o principal interveniente neste processo, como afirmou:

“O saber aqui já não serve tanto para melhorar a nossa compreensão de como se relacionam as coisas na natureza ou para aprofundarmos a nossa sabedoria, mas o saber torna-se aqui o pressuposto de ações conscientes, converte-se em *know-how*, isto é: no saber como fazer para obter um resultado bem definido e pretendido. O saber torna-se um meio de manipulação e, com isso, um instrumento altamente eficaz do poder, aliás um poder ambivalentíssimo, já que esse poder – conforme o seu uso – pode ter efeitos úteis ou nocivos sobre o Homem e a sociedade humana.” (Dürr, 1999:183)

Também neste sentido, Sousa (2004) salienta que as atividades *dos que fazem* (como o artesão e engenheiros) ainda hoje estão associadas ao *saber-fazer* e separadas das atividades *dos que pensam* (intelectuais e religiosos, por exemplo), pelo que a engenharia está ainda associada à produção e não ao pensar e refletir. Apesar disso, a engenharia já não se traduz apenas por uma ação técnica limitada e restrita no seu micro alcance (como é o exemplo dos artesãos), pois a sua ação foi e é ampliada continuamente ao ponto de se tornar global. Esta ação também já não é só motivada pela resolução específica de micro problemas técnicos, mas, principalmente, pela conceção de que a engenharia é o grande motor do progresso (Dubreuil, 2007) que, alimentada pela ciência e pela economia, tem capacidades ilimitadas. São disto exemplo ideias como: tudo é possível à engenharia e tudo está ao seu alcance

(Sousa, 2004); “o progresso se tornará imparável” (Wootton, 2017) e a engenharia possui um “super-poder” que lhe permite “tornar tecnicamente possível o impossível” (Lipovtsky, 2013: 70).

Estas considerações conduziram talvez Dürr (1999) a alertar para a necessidade de se passar da ciência à ética, destacando o papel que o ensino superior deverá ter no processo de reflexão e formação, implicados por tal mudança. Este autor reforça a necessidade de se questionar a quem serve o conhecimento técnico-científico e os profissionais que o transformam em criações práticas; em que medida este conhecimento é de facto usado para a promoção da justiça social e do bem comum, ou se, pelo contrário, é usado sem escrúpulos para benefício económico de alguns sectores que beneficiam do hiperconsumismo que destrói a natureza. Neste sentido, o autor defende que a missão do conhecimento técnico-científico e dos profissionais que o transformam em criações práticas deve ser o de resolver os problemas globais que hoje afetam e ameaçam a humanidade, mas que tal tem que ser assumido de forma explícita e empenhada, sempre valorado pela reflexão ética. Como afirmou: o principal objetivo deve ser “*melhorar a qualidade da nossa vida e não transformar a matéria do nosso Cosmo em bens de consumo*” (Dürr, 1999:210).

É neste âmbito que se destaca a engenharia, cujo papel é fulcral para permitir a produção em massa e a baixo custo, o que conduz à diminuição dos preços dos produtos para serem comercializados em larga escala (Santos, 1987; Sousa, 2004). No entanto, o sistema industrial não teria alcançado a dimensão atual se se limitasse às necessidades reais dos indivíduos e da sociedade. Para essa evolução, teve de “fabricar as próprias necessidades” produzindo e automatizando as necessidades de consumo (Sousa, 2004: 31). Para o autor que estamos a citar este processo tornou-se num ciclo irreversível entre produzir mais, criar necessidades, aumento do consumo, logo necessidade de produzir mais. No entanto, e como já tinha sido sustentado por Gehlen (1960), associado a este processo estão graves custos espirituais e morais que não foram acautelados, e graves custos ambientais e sociais (Jonas, 2015; Beck, 2016). Para Gehlen (1960), a mega evolução da técnica teve como uma das suas consequências, ou uma das suas intencionalidades, promover uma moral

de subordinação à produtividade e ao pragmatismo, para a qual é fundamental a descontextualização, o desenraizamento e a promoção do pensamento primitivo.

É no quadro desta problemática que Franklin (2017) argumenta que o que está em causa não é a inovação, mas o uso que o sistema económico lhe dá. Contudo salienta a importante relação entre o desenvolvimento tecnológico e o sistema económico, afirmando: “vemo-lo nas teorias económicas em que a mudança tecnológica é a coisa fora do sistema que explica a sua dinâmica a longo termo, a força de crescimento residual inexplicável a partir do exterior” (Franklin, 2017: 290). Neste mesmo sentido, Noble (1977), Riley (2008) e Wisnioski (2015) realçam que a engenharia e os seus profissionais servem os interesses económicos e não o bem comum.

Para Baudrillard (1997), sob a ilusão de transformar o mundo, a tecnologia, produto da engenharia, assassinou a realidade, pelo que o autor se questiona:

“Será a técnica a alternativa mortífera à ilusão do mundo, ou não será ela senão um avatar gigantesco da mesma ilusão fundamental, a sua última e subtil peripécia, a última hipóstase? Através da técnica é talvez o mundo que troça de nós, o objeto que nos seduz pela ilusão do poder que temos sobre ele. Hipótese vertiginosa: a racionalidade, culminando na virtualidade técnica, seria o último dos ardis da desrazão, dessa vontade de ilusão, cuja vontade de verdade não é, segundo Nietzsche, senão um desvio e um avatar” (*ibidem*: 27).

Em posição contrária, Kelly (2012) considera que a tecnologia, com a conectividade e complexificação que proporciona, beneficia as pessoas, quer do ponto de vista material, quer espiritual, se usarem a tecnologia para as suas próprias finalidades. Contudo, destaca que a tecnologia é um poder em si mesmo que se desenvolve segundo as suas próprias regras, como se de um fenómeno natural ou de um organismo vivo se tratasse. Para este autor a tecnologia é uma força viva que pode dilatar o nosso potencial individual, mas para isso temos que a ouvir e orientarmo-nos pelo que ela quer.

Nesta perspetiva a evolução tecnológica é imparável, e o que nos resta fazer é perceber o seu caminho e tirar o máximo partido da sua evolução. Contudo esta perspetiva não pondera a importante questão: saber quem produz a tecnologia e com que objetivos, “quem escolhe as tecnologias, como é que a sua difusão se espalha através dos mercados e por outros meios e quem beneficia” (Franklin, 2017: 292). Se é verdade que, segundo este autor, “a decisão dos capitalistas do século XIX mudou o planeta de formas nunca imaginadas” (*ibidem*: 297), também é verdade que foi a engenharia que tornou tal possível. E este autor considera que a tecnologia “não tem uma agenda própria, mas que serve a agenda de outros e de que cria necessariamente novas necessidades quase com a mesma eficácia com que responde às anteriores” (*ibidem*:301).

É igualmente neste sentido que Noble (1977), Riley (2008), Wisnioski (2015) e também Franklin (2017) consideram que a tecnologia, e como tal a engenharia, serve o sector económico alimentado pelo facto dos sistemas capitalistas recompensarem e valorizarem a contínua inovação como fonte de novidades constantes em que apostar e, seduzidos pelo brilho efémero e hedonista (Morin, 1994) que a tecnologia propicia, os mercados fecham o ciclo económico.

Mas será que a tecnologia e a engenharia se limitam a estar ao serviço do sistema económico? Tal como para Jamisson, Kolmos e Holgaard (2014) e para Kranzberg (1986) e para Riley (2008), a engenharia está maioritariamente ao serviço do sector económico, mas devia refletir sobre quem serve e recentrar os seus objetivos de forma a colocar-se ao serviço do bem comum da humanidade. Também Nussbaun (2014) e Colon (2013) reforçam esta necessidade, considerando, em sintonia com Riley (2008), que para isso é necessário que a engenharia incorpore uma capacidade de autorreflexão que permita analisar de forma crítica e à luz da ética os objetivos e as consequências da sua ação, assumindo assim a sua responsabilidade quer sobre o presente, quer sobre o futuro (Dürr, 1999; Sousa, 2004; Jonas, 2015; Leonhard, 2017).

Na posição de Rego e Braga (2014) os engenheiros/as não têm consciência da dimensão e do papel que a engenharia tem na sociedade contemporânea, o que também está de acordo com o estudo de Monteiro, Leite & Rocha (2018c) relativo a alunos portugueses de engenharia. Contudo, a reflexão sobre as diversas consequências da ação da engenharia torna-se imprescindível para que este campo do saber e que os seus profissionais tomem consciência das potencialidades da sua ação, para que, de forma consciente, ética e responsável, possam direcionar essas potencialidades para o bem comum. Por um lado, a consciencialização e reflexão, sobre as consequências das suas ações permitem saber *a quem a engenharia serve* e, por outro, refletir sobre *a quem deverá servir* à luz da responsabilidade ética.

Como já neste trabalho indicámos, Jonas (2015) defende que a engenharia e a tecnologia no passado eram consideradas neutras do ponto de vista ético, porque a sua ação e o seu objeto era apreciado apenas no aqui e agora, ou seja do presente. No entanto, ao incorporar o reconhecimento das diversas dimensões das potenciais consequências da ação da engenharia, esta perde a sua neutralidade e terá de se assumir com valores, o que implica a incorporação da sua dimensão ética (Dürr, 1999; Leonhard, 2017).

4.1.3- Que tipo de formação ética é necessária numa perspetiva de futuro?

A consideração das multifacetadas consequências da ação da engenharia no presente levanta questões éticas profundas e desafios complexos. Contudo, ao reconhecer a possível extensão e até ampliação previsível dos perigos para o futuro, em resultado das ações presentes, levantam-se questões éticas que obrigam a uma profunda reflexão, ponderação e responsabilização sobre como no presente se constrói o futuro. Neste processo de reflexão destaca-se o papel que o ensino da engenharia pode e deve desempenhar (Dürr, 1999; Nussbaun, 2014), importando equacionar que características deve ter a formação reflexiva e ética que deve ser proporcionada aos estudantes de

engenharia para promover o seu desenvolvimento ético e o compromisso moral com a construção responsável do futuro.

Perante os megaperigos presentes (nomeadamente ambientais, segurança, emprego), Beck (2016) destaca que estes se traduzem em riscos que, para além da sua dimensão global, são distribuídos de forma desigual entre os que causam e beneficiam da industrialização e dos seus efeitos colaterais, e aqueles a quem os riscos são impostos. Jonas (2015) partilha desta perspetiva e salienta que “a promessa da técnica moderna se transformou numa ameaça” (Jonas, 2015: 15) cujas consequências serão impostas às futuras gerações sem que estas tenham voz sobre o assunto, pelo que a “aventura tecnológica obriga a extrema reflexão” (Jonas, 2015:16). Como é afirmado por Beck (2016:382), “o sistema, aparentemente independente e autónomo, da industrialização ultrapassou a sua lógica e os seus limites”, obrigando a que o processo de modernização tenha de ser alvo de reflexão pois coloca “a questão de uma nova ética e de uma nova ordem de responsabilidade, de uma democratização das relações de poder de definição na Sociedade mundial, por outras palavras, a questão de uma Modernidade *responsável*” (*ibidem*:354).

A responsabilidade é também colocada em foco por Jonas (2015) ao salientar a necessidade de uma ética para a civilização tecnológica. Este autor considera que as éticas tradicionais, por se centrarem nas inter-relações do presente, não abarcam a dimensão das relações entre presente e futuro. Como já atrás sustentámos, este aspeto é fulcral na contemporaneidade, em virtude das ações no presente, proporcionadas pela tecnologia, poderem ter consequências irreversíveis quer no presente, quer no futuro. Neste sentido, Jonas propõe uma nova ética orientada para o futuro, isto é, “uma ética atual que cuida do futuro, que pretende proteger os nossos descendentes das consequências das nossas ações presentes” (*idem*:9). Contudo, Sousa (2004:56) salienta que “a mais recente intervenção tecnológica do homem, ao alterar tão radicalmente a biosfera, tornou-se responsável pela nova situação que se nos depara: agora já nem a *natureza* nem a *natureza humana* podem ser aceites como dados últimos e imutáveis para sobre ele se proceder a uma avaliação ética dos efeitos da ação técnica”.

Para a aplicação da ética da responsabilidade é necessário redefinir o conceito de *natureza* (e se a *natureza* tem um direito moral próprio), o que é o *bem comum* da humanidade e o que é a *integridade* e *essência* de ser humano (Jonas, 2015). É também urgente, para este autor, que se reflita sobre se a tecnologia é considerada como a *vocação* da humanidade, se o *homo faber* substituirá o *homo sapiens*, se o *artificial* substituirá o *natural*, ou até se o *cyborg* substituirá o *ser humano*. Para Harari (2017), a tecnologia enquanto *imperativo* e *vocação* pretende criar o *Homo-deus*, para superar e dominar o ser humano. No entanto, este autor salienta que esta orientação da evolução tecnológica tem como alavanca e motor os interesses do sistema económico, que são antagónicos com objetivos de justiça social ou de bem comum.

Perante este panorama, Jonas (2015:212) sustenta que na contemporaneidade o princípio “podes, logo deves fazer” foi substituído por “fazes, por isso podes”, pelo que recomenda uma prudência que possa equacionar se “posso fazer, mas não devo”. Também Lacroix (1999) tinha salientado a urgência de substituir a perspetiva que intenta mudar o mundo através do recurso à tecnologia, por uma perspetiva que intente a salvaguarda do mundo no que tem de mais rico e belo. Em todo o caso, está em causa o poder do próprio homem criar e usar a tecnologia e que Sousa (2004) considera que conduziu o ser humano a ter medo de si próprio perante a constatação das consequências da sua própria ação.

Tendo em conta a profunda ligação da engenharia à economia (Noble, 1977; Riley, 2008; Wisnioski, 2015; Franklin, 2017), o estudo a que se reporta este trabalho procurou encontrar nas correntes humanistas, ecológicas e socialmente responsáveis da economia indicações do perfil necessário para o futuro. Neste sentido, procurámos orientações do movimento de renovação responsável da economia, no qual Raworth (2018:186) argumenta que “chegou a hora de os economistas fazerem também uma alteração de carreira metafórica: deitar fora o capacete e a chave-inglesa do engenheiro e, em vez deles, agarrar numas luvas de jardineiro e tesouras de podar”. Segundo esta autora, é necessário substituir o pensamento do “cérebromáquina” por um pensamento tipo “cérebrojardim”, centrado no *cuidar* e na *vigilância* de modo a que a economia produtiva se coloque “ao serviço da vida” (*ibidem*:189).

Esta mudança de pensamento, segundo a autora, implica deixar de ver a economia, a natureza, a produção, o crescimento económico ou a evolução tecnológica como máquinas que têm um movimento próprio crescente e autorregulável. É preciso tomar uma posição ativa de quem *está atento, compreende* a complexidade da vida, *cuida, poda, estaca, reorienta, aduba ou elimina*, tendo sempre por orientação os objetivos explícitos de salvaguardar o bem comum, nomeadamente a sustentabilidade do planeta Terra e a justiça social. Nesta nova perspetiva, em substituição de um posicionamento passivo que se deixa arrastar pelo sistema e que encara o futuro como uma inevitabilidade, o economista e o engenheiro passam a assumir um papel ativo no presente, de construção cuidada e responsável do futuro. Note-se que mesmo quando a engenharia ou a economia se assumem como *arrastadas pelo sistema*, estão de facto a alimentar ativamente o movimento que constrói o futuro, mas, desculpando-se no movimento imparável da *máquina do sistema*, não assumindo o seu papel, não refletindo sobre as suas consequências e não atuando de forma a retificar o rumo se for necessário. A mudança para o pensamento e ação do *jardineiro* implica tomar consciência das consequências da sua ação ou omissão sobre o crescimento *das plantas*, neste caso do sistema económico e as suas implicações no todo socio-ambiental. Implica também refletir sobre o que se pretende alcançar, quais são os objetivos a atingir, e constatar que alguns objetivos são incompatíveis entre si (por exemplo, crescimento económico infinitamente crescente e equilíbrio ambiental), implicando escolhas responsáveis e sensatas.

Neste processo de mudança, Raworth (2018) tal como a ONU (2016), a UNESCO (2017), Dürre (1999), Morin (1994), Nussbaun (2014), Taile (2006), Jamison, Kolmos & Holgaard (2014), King & Mayhew (2002) e Colon (2013) consideram que o ensino superior tem um papel decisivo sobre o futuro do planeta Terra e da humanidade, uma vez que tem um papel fulcral na formação dos que irão ser os futuros decisores e profissionais que moldarão o presente e o futuro. Segundo estes autores, é imprescindível incorporar no ensino superior, nomeadamente no ensino da economia e da engenharia, uma formação humanista, sócio-crítica, eco responsável e, principalmente, ética.

Este processo de mudança na área da economia está a ser impulsionado pelos próprios estudantes que, insatisfeitos com um ensino exclusivamente técnico- científico-matemático, apelam às instituições de ensino superior e aos seus professores para saírem do mundo imaginário em que se enquadram as suas lições técnicas e “acordem antes que seja demasiado tarde (...) para os desafios que temos pela frente” Raworth (2018:11). Embora na engenharia este movimento de estudantes ainda não se faça sentir a uma escala global, não deixa, no entanto, de ser igualmente verdade que ela é o *braço direito* da economia (Santos, 1987) e por isso corresponsável pelos problemas que afetam a humanidade. Neste contexto, também precisamos de formar engenheiros responsáveis e sensíveis aos desafios humanos e planetários que enfrentamos “e que estejam dispostos a prestar atenção às necessidades de todos os seus habitantes” (Raworth, 2018:13). Com este objetivo, Felber (2017: 19) considera ser imprescindível incorporar na formação (e potenciando assim a prática profissional) “comportamentos e valores que nas relações humanas são bem-sucedidos: a honestidade, a empatia, a confiança, a estima, a cooperação, o compromisso com a natureza, a solidariedade, a vontade de partilhar”; isto é, que se empenhem e busquem o bem comum. Para tal é necessário ter em conta que todas as dimensões da natureza e do ser humano devem ser consideradas e alvo de atenção e cuidado (Raworth, 2018) e analisar, estudar e refletir sobre o presente, tendo em conta as lições do passado e com objetivos de preparar ética e responsavelmente o futuro (Jonas, 2015).

Tendo por referência os argumentos até aqui enunciados, sustentamos que uma formação reflexiva e ética que promova a consciência do papel da engenharia na sociedade, a análise das suas consequências e promova a responsabilidade ativa e prudente sobre a construção do futuro deverá:

- *introduzir na formação dos profissionais da engenharia o estudo da história da engenharia e da tecnologia* (El-Hani, 2006). Esta formação deverá promover a consciência dos amplos e profundos impactos da evolução histórica da engenharia e da técnica/tecnologia, bem como a sua análise crítica. O estudo do passado é uma base fundamental para a compreensão do presente e para perspetivar o futuro (*ibidem*). É

também imprescindível para que se saia de “um ‘presente absoluto’, fechado, encerrado sobre si próprio, sem passado e sem futuro” e se vá para além “de um presente ‘autoreferencial’ feito de indiferença radical tanto em relação ao *antes* quanto ao *depois*” (Lipovetsky, 2013: 68) permitindo, assim, fazer um enquadramento do tempo do presente perante as origens do passado e com um rumo ao futuro. Tal estudo ajuda os estudantes a tomarem consciência dos papéis que a engenharia e a tecnologia desempenharam no passado, desempenham no presente e poderão desempenhar no futuro.

- *alargar a formação dos engenheiros/as de forma a incorporar dimensões multidisciplinares e pluralistas* (Nussbaun, 2014; Raworth, 2018; Felber, 2017) que permitam ver aspetos e facetas da ação da engenharia e tecnologia que só são reconhecidos à luz de outros saberes (por exemplo as ciências sociais e humanas). Para tal, por exemplo, o estudo da história da tecnologia/engenharia deverá também abarcar diferentes perspetivas e análises dessa mesma história, vistas a partir de diferentes áreas do saber, e de diferentes intervenientes (nomeadamente os que beneficiaram e os que forma as vítimas). Mas a dimensão plural deverá também abarcar a análise do presente e a reflexão filosófica e ética sobre o futuro, bem como a compreensão da complexidade do todo (Rieckmann 2012) em oposição a ver apenas de forma parcelar, descontextualizada, desumanizada e restrita que é tradicional da engenharia (Catalano, 2006). Para Conlon (2013), a formação ética para engenheiros não se deve focar apenas no engenheiro como indivíduo, mas abranger a complexidade do papel do contexto e das políticas, bem como das “grandes finalidades públicas de engenharia” (Conlon & Zandvoort, 2011:330), isto é, a complexidade do todo. Também Gil-Pérez e all (2001) consideram importante contrariar um ensino que apresente a tecnologia e a ciência como fechadas sobre si próprias, isoladas da sociedade e como um bem inquestionável e que omite a complexidade das suas consequências, nomeadamente os problemas que estas originam e as suas limitações. É, pois, imprescindível incorporar nos cursos de engenharia a reflexão sobre a própria engenharia numa visão holística.

- *promover a sensibilidade à causa da justiça social* (Nussbaun, 2014). Tal implica promover a sensibilidade relativamente ao outro (quer próximo, quer distante; quer presente, quer futuro). Implica reconhecer o outro enquanto pessoa, refletir sobre o outro e as suas condições de vida, ser empático, assumir responsabilidade pelo outro (Levinas, 2007; Batista, 2005), logo cuidar do outro (Pivatto, 2000) e do bem comum (Felber, 2017). Neste âmbito, Rasoal, Danielsson e Jungert (2012) salientam que os estudantes de engenharia são os que apresentam menores níveis de empatia e Walther, Miller e Sochacka (2017) argumentam que é necessário e importante incorporar a promoção do desenvolvimento da empatia na formação dos estudantes de engenharia. Para isso é necessário que a formação incorpore o envolvimento emocional dos estudantes, pois este potencia a significação e é um importante contributo para promover a empatia, compreensão e a sensibilidade ao outro (Keen, 2006).
- *incorporar formação ética* (Seager, Selinger & Wiek, 2012; Didier & Derouet, 2013; Nussbaum, 2014; Rego & Braga, 2014; Riley, 2008; Silva, 2006; Jamisson, Kolmos & Holgaard, 2014; Sunthonkanokpong, 2011) que permita proporcionar o desenvolvimento ético dos estudantes de modo que fundamentem e orientem a ação da engenharia no presente e a construção responsável que se faz, a partir do presente, do futuro. A formação ética é fundamental para a reflexão, que se pretende crítica e promotora de aprofundamento e sentido (Schumacher, 1973). Para tal, esta formação não se deve limitar à ética profissional/deontológica (embora a incorpore), mas deve abarcar a reflexão filosófica e a compreensão das correntes éticas contemporâneas, que potenciem sair do estrito domínio da engenharia e do domínio da ética normativa (Verrax, 2017; Nussbaun, 2014) e promovam, de forma abrangente, o empoderamento ético dos futuros profissionais (Ziman, 2002; El-Hani, 2006). Nesta linha, El-Hani (2006) e Hansen (2002) defendem que é imprescindível promover o desenvolvimento da reflexão ética e filosófica para que os estudantes compreendam as relações entre a tecnologia, a ciência e os valores éticos, de forma a prevenir o uso instrumental perigoso do conhecimento

científico e da tecnologia (Ings, 2017). Segundo El-Hani (2006) e Hansen (2002), esta necessidade tornou-se mais notória desde a segunda guerra mundial em que se evidenciou a perigosa instrumentalização do conhecimento. No entanto, como constata estes autores, a reflexão ética está bastante ausente da educação superior na área das ciências exatas. Também é necessário ter em conta que a ética e a moral contemporâneas se caracterizam pelo seu “pluralismo moral de natureza superficial, fragmentado, que não é um diálogo ordenado entre pontos de vista que se interseccionam, mas uma ‘mistura não harmoniosa de fragmentos mal combinados’” (Carvalho, 2000: 34) o que reforça a necessidade de incorporar na formação ética dos estudantes de engenharia a reflexão filosófica e a compreensão das correntes éticas contemporâneas (Oliveira, 2000) e as suas origens.

- *potenciar a integração pessoal* (Ferreira, 2013), pois é importante ter em conta que a existência de formação ética, moral e cívica não garante por si só uma conduta moral, sendo necessário que ocorram as condições que propiciem a integração dos valores morais na identidade pessoal de cada estudante. Assim, e como em capítulos anteriores já argumentámos, não é suficiente conhecer os valores, códigos deontológicos e as teorias éticas, pois é necessário que ocorra um compromisso moral pessoal para que o indivíduo seja levado a agir de acordo com os valores em que acredita (Ferreira, 2013; Rovira, 2003). Como temos vindo a sustentar, é necessário que a formação e o desenvolvimento ético se relacionem e sejam significativos para cada indivíduo (Ferreira, 2013; Rovira, 2003; Ehrlich, 2000). Segundo Ferreira (2013), o processo evolutivo que faz parte do desenvolvimento da identidade e da personalidade de consolidação do desenvolvimento ético e moral ocorre na idade típica da maioria dos estudantes do ensino superior (por volta dos 17 a 25 anos) o que ainda aumenta a importância de se promover o desenvolvimento ético dos estudantes no ensino superior.
- *potenciar a ação capaz de transformação social* que promova a sustentabilidade e a justiça social, logo o bem comum (Felber, 2017;

Moore, 2005). Neste sentido, a formação dos estudantes dos cursos de engenharia deverá ter intencionalidade de ser transformativa do ponto de vista dos próprios estudantes, e através dos quais, quando profissionais, será transformado o social (Moore, 2005). Como temos vindo a referir, a formação dos estudantes não deve vestir o papel de neutralidade, mas assumir valores e objetivos explícitos, de que são exemplo a promoção da sustentabilidade ambiental ou a promoção do bem comum. A formação deverá também sair do perfil de transmissão de conhecimento para promover o envolvimento pessoal e ativo dos estudantes e fomentar o debate sobre as práticas que poderão promover os objetivos socio-ambientais definidos. Também neste âmbito, Dürr (1999) destacou que a formação dos estudantes deverá fomentar a manutenção e construção da paz, uma vez que a crescente limitação dos recursos naturais e desigualdade social são um foco crescente de potenciais conflitos que podem tomar proporções medonhas em face dos desenvolvimentos tecnológicos no sector militar.

Numa argumentação final podemos afirmar que os pontos anteriores apresentam as componentes que a formação ética nos cursos de engenharia deve incorporar para que potencie o desenvolvimento ético e a empatia dos estudantes através do seu envolvimento, adesão e integração pessoal. O objetivo será fomentar a compreensão abrangente e o interesse na resolução ética e comprometida das problemáticas das sociedades contemporâneas e na salvaguarda de um presente e um futuro justo e sustentável. Ao procurar promover a empatia e compreensão ética, pretende-se também sensibilizar e fomentar a solidariedade para com o outro (relativamente ao próximo e ao distante e às gerações presentes e futuras) e motivar para a ação capaz de se traduzir em transformação social.

4.1.4- Características de uma formação que potencie o desenvolvimento ético dos estudantes de engenharia

O desenvolvimento ético faz parte do desenvolvimento global da personalidade (Ferreira, 2013), e, como já argumentámos, envolve mais do que aquisição de conhecimentos: implica a adesão e envolvimento pessoal ao nível intelectual e emocional (La Taille, 2006). Este envolvimento é dificilmente obtido usando métodos passivos, como o método expositivo (Perrenet, Bouhuijs & Smits, 2000). Refira-se ainda que, como é sustentado por Keen (2006) e Goleman (2009), o envolvimento emocional também potencia a significação e é um importante contributo para promover a empatia e compreensão do outro. Para facilitar o envolvimento e empenho pessoal e emocional do estudante é importante que o processo de formação seja ativamente feito pelo próprio, de forma a ser pessoal e, por consequência, aumente a probabilidade de concorrer para um compromisso moral (Ferreira, 2013; Rovira, 2003; Ehrlich, 2000). Para potenciar a significação e o envolvimento do estudante é fundamental que a formação ética se relacione com os conceitos, valores, interesses e conhecimentos do próprio estudante.

Também é necessário ter em conta que os estudantes do ensino superior já são legalmente adultos (≥ 18 anos), pelo que, do ponto de vista da formação ética, não se vai partir do “vazio” ético, mas de uma construção feita previamente ao longo do seu processo de crescimento pessoal. Esta situação traduz-se também no facto de cada estudante ter um *background* de desenvolvimento ético e moral diferente, o que potencia oportunidades de partilha.

Tendo em conta as características atrás mencionadas, e recorrendo a Ferreira (2013) e El-Hani (2006), a formação ética dos estudantes potenciará os seus resultados se:

- ocorrer na faixa etária de consolidação ética (dos 17 aos 25 anos);
- conduzir a uma mudança/adesão pessoal, sendo que para tal é benéfico que os estudantes partam do seu próprio conhecimento e posicionamento ético e façam um percurso de autoquestionamento

assente na reflexão e análise crítica que promova o seu desenvolvimento ético;

- constituir um caminho e construção pessoal;
- os processos e conteúdos encontrarem significação pessoal para cada estudante;
- recorrer a métodos ativos;
- os estudantes reconhecerem e sentirem a necessidade e importância da ética, quer na sua vida pessoal, quer profissional.

Como foi amplamente explanado, a necessidade de formação ética dos estudantes de engenharia é reconhecida por muitos autores, investigadores e pensadores. No entanto Finelli et al (2012) salientam que poucos estudos foram feitos sobre esta temática, nomeadamente quanto aos conteúdos e metodologias, bem como quanto à avaliação dos resultados obtidos. No que diz respeito à avaliação, tal poderá dever-se à dificuldade de avaliar tais parâmetros (King & Mayhew, 2002; Menezes, 1995). Foi tendo estas ideias por referência que nos envolvemos no estudo que a seguir se refere.

4.2 - Objetivos e Metodologia do 3º estudo

Tendo por base o exposto consideramos importante equacionar se a formação ética presente nos cursos de engenharia portugueses contempla, ou não, as componentes e características apresentadas atrás como necessárias a uma formação ética com perspetiva de futuro. Assim, o objetivo do estudo apresentado no presente capítulo foi o de investigar as características da formação ética explicitamente incorporada nos cursos de engenharia em Portugal. Este objetivo concorreu para a pesquisa da questão de investigação a que este trabalho se reporta na medida em que se procurou compreender e evidenciar se a formação ética incluída nos cursos de engenharia apresenta indicadores da inclusão do debate sobre o papel da engenharia no presente e no futuro e as características de uma formação ética com perspetivas de futuro.

Para a sua concretização foram recolhidas e analisadas as fichas das unidades curriculares que incorporavam alguma forma de formação ética explícita. A identificação destas unidades curriculares foi feita durante o estudo apresentado no capítulo 3, em que foram analisados os currículos dos cursos de engenharia portugueses públicos e não militares. A análise das fichas das unidades curriculares abrangeu:

- os objetivos ou competências (algumas unidades curriculares apresentavam apenas um destes elementos)
- os conteúdos programáticos previstos
- as metodologias de ensino/aprendizagem
- as metodologias de avaliação.

Os resultados desta análise possibilitaram a produção de um artigo intitulado “Ethical education as a pillar of the future role of higher education: analyzing its presence in the curricula of engineering courses” que foi publicado em fevereiro de 2018 na revista *Futures: The journal of policy, planning and future studies* (Elsevier).

4.3- Apresentação do artigo

Fátima Monteiro, Carlinda Leite e Cristina Rocha (2018b). Ethical education as a pillar of the future role of higher education: analyzing its presence in the curricula of engineering courses. *Futures*, <https://doi.org/10.1016/j.futures.2018.02.004>



Contents lists available at ScienceDirect

Futures

journal homepage: www.elsevier.com/locate/futures

Ethical education as a pillar of the future role of higher education: Analysing its presence in the curricula of engineering courses

Fátima Monteiro^{a,b,c,*}, Carlinda Leite^{b,c}, Cristina Rocha^{b,c}

^a Instituto Superior de Engenharia de Coimbra – IPC, Coimbra, Portugal

^b Faculdade de Psicologia e de Ciências da Educação – UP, Porto, Portugal

^c CIIIE – Centro de Investigação e Intervenção Educativas, Portugal

ARTICLE INFO

Keywords:

Ethical education
Engineering education
Future
Technology
Higher education

ABSTRACT

Currently, higher education has lost part of its historical role, and its mission has been substantially altered, as it has focused on providing services to the economic sector. Contemporary challenges and characteristics and the prediction of future challenges demand new roles and missions for higher education. Faced with the challenges of the present and the challenges foreseen in the future, the role of engineering and technology stands out. This study highlights the need for ethical education as a pillar of higher education in and towards the future, particularly in the field of engineering, and describes the main characteristics that this education component needs. The aim of the study was to investigate whether the characteristics of ethical education in the future and towards the future are already contemplated in the curricular units of Portuguese engineering higher education courses with an ethical component. It was possible to conclude that, although ethical education is somewhat present in engineering courses, it is only found in a few courses and still does not present the necessary characteristics of ethical education defended in this paper.

1. Ethic education: a pillar in higher education for and in the future

According to Norberg (2017), the level of progress achieved by humanity in the last centuries has deeply altered society and brought about considerable improvement in the life conditions of a great part of the world's population. Although not exclusively, the role of higher education was determinant in this process, given that the progress was grounded on the development and dissemination of scientific knowledge. The powerful role of scientific knowledge is unquestionable (Young, 2010; Harari, 2017); however, currently, it is not restricted to higher education. In fact, in the context of the global digital society, information is widely accessible to the majority of the population, even if it is not always based on reliable and constructive knowledge. Faced with this situation, one important role of higher education in and towards the future will certainly be to foster students' skills of critical and ethical analysis and selection of information (Ashcroft, 2004; Ananiadou & Claro, 2009). In contrast, it will no longer be so important to foster the ability to memorise information and facts, but it will be necessary to stimulate students' abilities to search for and find information and to analyse and filter the necessary knowledge from the range of information available. However, in addition to selecting and analysing the information available, it is also necessary to know how to use it with ethical judgement and critical sense, and higher education is responsible for training its students in these domains.

Despite the multiple benefits of progress highlighted by Norberg (2017), it is also necessary to acknowledge the many evidences,

* Corresponding author at: Instituto Superior de Engenharia de Coimbra – IPC, Coimbra, Portugal.

E-mail address: fatcmont@isec.pt (F. Monteiro).

<https://doi.org/10.1016/j.futures.2018.02.004>

Received 10 November 2017; Received in revised form 10 February 2018; Accepted 16 February 2018

0016-3287/ © 2018 Elsevier Ltd. All rights reserved.

in history, of the risks and dangers associated with the use of scientific knowledge (Ings, 2017). In this scenario, we emphasise the role of professionals able to transform the scientific knowledge into practical applications, particularly scientists and engineers. The dangerous instrumental use of knowledge was (and is) made by different areas and interests, some of which are invisible, masked by ingenious narratives and concealed by the complexity that characterises contemporary societies (Nussbaum, 2014). In this sense, higher education will have/has the obligation to promote the ability to analyse complex systems, particularly the complex social, economic and political systems of the contemporary world (Rieckmann, 2012), and to stimulate the adoption of ethical and rational principles (Nussbaum, 2014). The promotion of reflection and ethical education may be the key to prevent the present and future dangerous instrumental use of knowledge (Beck, 2016; Nussbaum, 2014; Jonas 2015). Thus, it is necessary for higher education to provide a broad and multidisciplinary training that enables an analysis informed by different points of view and using different sets of knowledge.

As a producer of knowledge (through research), higher education was faced with strong competition from private economic sectors (particularly in the field of technology), which started to invest in research to control certain domains of scientific and technological research (Harari, 2017). However, this research often has instrumental purposes, which can pose strong ethical issues (Sousa, 2004). As such, it is crucial that higher education invest in the ethical development of its students, who will become future researchers in private economic sectors. In fact, only through solid ethical training can the wrongful instrumental use of knowledge, scientific research and technological innovation be lessened.

Contemporaneity shows that higher education has become a gear within a wider system, whose motor is driven by somewhat unclear political and economic interests (Magalhães, 2006), driven by invisible powers that define and impose a certain future (Gore, 2013) on society and on higher education. Higher education is currently immersed in concerns with economic profitability, competition to attract students, rankings and productivity (both concerning students' training and the number of scientific publications). Higher education started to be measured in terms of its efficiency, its attractiveness and its productivity (Magalhães, 2006). This scenario led higher education to focus on the (rapid) production of efficient and competitive professionals and cutting-edge marketable and profitable technological innovations. Nonetheless, the safeguard of a viable future for upcoming generations (Jonas, 2015) and of social justice in present and future generations (Conlon, 2013; Nussbaum, 2014) demands that higher education takes on the role of a mentor in the anticipation of possible futures. This should occur in close relationship with the society, helping to debate, analyse and understand the possible futures and define the steps to reach its ethical and responsible construction (Jonas, 2015).

2. The future role of engineering higher education

The future, according to Ross (2016), Domingos (2017) and Harari (2017), will be marked essentially by the growth of technological evolution and its diffusion. That growth occurs at an increasing rate (Krastev, 2017) and already deeply and rapidly changes the contemporary society's routines. Such changes led to a level of complexification such that many authors consider that humanity has lost control over this situation (Bauman, 2017; Beck, 2016; Gore 2013; Sousa, 2004; Giddens, 1998; Kranzberg, 1986). Beck (2016) considers that contemporary societies face an endemic risk, fostered by science and technology, which is omnipresent at a global scale. According to Gore (2013), the powerful impetus of the world mechanism built to give us progress seems to escape human control. In his turn, Giddens (1998) likens this to a juggernaut, which by escaping to our control can lead to destruction. Further, Sousa (2004) concluded that such a lack of control led humanity to fear itself. Bauman (2017) highlights that, unlike our ancestors, the contemporary human sees the future with fear, anxiety and concern instead of hope, or even as a "terrible threat" (pp. 35). Weisman (2008), in turn, wonders whether the Earth would be better without human kind and its artificial and technological creations.

Without neglecting the important contributions of different areas of expertise, engineering is the area that is able to transform scientific knowledge and even imagination into practical and ready-to-use pieces of technology (Jamison, Kolmos, & Holgaard, 2014). Engineering allows the passage from theory to practice, from hypothesis to a concrete product, from fiction to reality. It may be also considered that for the engineers the world is seen like a box of toys with which they play (Oosthuizen referred in (Rego & Braga, 2014)). But engineering proudly turns futures into realities at an accelerated rate, stimulated by the invisible motor of the market economy (Gore, 2013), exploring society's thirst and eagerness for technological innovations and transforming contemporaneity into a "world full of experiences, but that does not care for stable identities or generate loyalty" (Krastev, 2017). According to Gore (2013), the longing for technology has long been out of control, given that it fell in the invisible hands of the market. Each time engineering reaches, in the present, some milestone from the imagined future, it fosters new dreams and new fiction, supporting the myth that everything is in reach, that any future is technologically possible: it is only a matter of time (Harari, 2017).

Engineering produces technology as a response to demands from the economic sector and as a result from the unstoppable technological evolution but does not control how it is adopted by the society and the economic sector (Jamison et al., 2014) or how it will feed the new and eager forms of technology. The thirst for technology has no boundaries or limits, allowing even the technologisation of the human being, of life and death (Harari, 2017; Gore, 2013; Sousa, 2004). Harari (2017) states that, based on the myths of science fiction and believing that all that is technological is more evolved and, therefore, better than the natural form, the human being longs to be a target of engineering. By becoming technological beings, humans aim to overcome their weaknesses, limitations and vulnerability (Harari, 2017). However, technology and technologisation possess a dark side (Postman, 2007), raising issues both in the present (such as the exploitation of resources, pollution, overvaluation of the artificial, the replacement of humans by machines and its consequences at a social and social justice level), and in the future (What will be nature's place in the future? Will

humans become techno-humans? If machines are able to do almost everything, what will be the role of humans? [Harari, 2017](#); [Jonas, 2015](#)). The main question that arises is: regarding the inevitability of technology increasing in the future, what will determine whether it is used for the good or evil of mankind? The interventions of Stephen Hawking, Nuno Sebastião and António Guterres at the Web Summit (in Lisbon – 2017) emphasise the need to know and analyse the dangers that humanity runs and highlight the need for ethics to safeguard that technology is used for the good of humanity.

It is acknowledged that technological evolution, guided by economic interests, gained seemingly uncontrollable speed and directions, becoming a “free wheel” that defines the future from the present ([Postman, 2007](#)). Nonetheless, it is necessary to question: Does the future need to be marked by this uncontrollable technological dimension? What are the present and future implications (ethical, societal and environmental)? Are there alternative futures worthy of debate? In this analysis, debate and dialogue on the place of technology in the possible futures and its current direction, higher education is a privileged social space, given that it trains professionals (particularly in engineering) who play an important part in the technological development and in the construction of the future. However, this process of critical analysis and debate needs more complexity and to be fuelled from other areas of knowledge (history, anthropology, sociology, psychology, philosophy and arts), wisdom and ethical debate.

[Harari \(2017\)](#) stresses that technology will mark the future, but that access to technology and its benefits as well as its control will be concentrated in a small part of the population, whereby more deep and dangerous social and economic inequalities are expected. According to this author, it is expected that control of technology will be based on and for economic power and it can involve diverse risks which may affect the nature’s and human being survival. However, it must be underlined that the control of technology involves the control of professionals who create and operate it, namely engineers. Although ethical discernment has always been necessary, this fact reinforces the importance and necessity of present and future engineering training to promote solid ethics education and the capacity for critical and multifaceted analysis of social, political, economic and environmental context.

The safeguard of the common future makes it necessary to change higher education, particularly in the field of engineering, for it to overcome the conception of technological development as a good in itself and to critically and ethically reflect on its benefits, dangers, limits and intentions, on the adoption of technology by the society and economic power, and on who and what purpose engineering and technology really serve ([Riley, 2008](#)). It requires, as was already stated, the development of skills for critical, ethical, social, political and economic analysis. It entails opening the tight curricular domains in engineering courses of know-how, to ‘listening’ the contemporary reality, to ‘listening’ the lessons taught by the history of technology, and predicting and ethically reflecting on the future ([Rieckmann, 2012](#)).

It is vital and inevitable to safeguard sustainability, but it is also necessary to reflect on what is a desirable future ([Beck, 2016](#)) and what it means to develop it from the present. This future cannot be seen solely through the lenses of the dominant values of the present. It must safeguard the possibility of future generations to choose and to be humans ([Jonas, 2015](#)).

In this sense, the new perspective on the role of engineering and its teaching must address not only the direction of technological evolution and promotion of efficiency but also the level of technological dissemination ([Jamisson et al., 2014](#)) and its possible rejection (just because it is technologically possible does not mean it is desirable and, therefore, must be implemented; [Jonas, 2015](#)). This reflection must be made with the responsibility towards both the present and the future ([Jonas, 2015](#)). The teaching of engineering in higher education ought to find, in the present but looking forward towards the future, new directions and methodologies to teach/train new generations of engineers. Their education must no longer focus on only producing neutral and insensitive technicians in regard to their role in defining the future ([LaTaile, 2006](#); [Nussbaum, 2014](#)), but it must aim to promote ethical sensibility and criticism towards the complexity of the present and the future. Also [Postman \(2007\)](#) and [Kranzberg \(1986\)](#) defend the importance of recognising the various consequences of technology (which go well beyond its initial proposal) and its non-neutrality.

In the same sense, [Morin \(1999\)](#), faced with the contemporary complexity and future challenges, argues for a multidisciplinary education that is able to criticise knowledge in itself and analyse the current complexity; introduce the particular into the complexity of its context; promote knowledge on the human condition, framed by mutual understanding; promote reflection about the future and about how it is built from the present; and follow the goal to promote a broad ethical education.

Also, [Sunthonkanokpong \(2011\)](#) argues that engineering education in the future should promote autonomous learning capacity, the ability to contextualize and delimit the problems and challenges and “high ethical standards and a strong sense of professionalism” (2011, p. 160).

Therefore, to safeguard the future and to build it in a conscientious and responsible way, it is vital to develop a solid critical, multidisciplinary and ethical education of higher education graduates, particularly those in the field of engineering. This training must be one of the pillars of higher education in the present and for the future, as contemporary generations are the foundations of the pillars of possible futures.

3. What kind of ethical education is necessary in and towards the future of engineering education?

Based on the previous assertions, it is possible to conclude that one of the pillars of the engineering education for the future is ethical education. But what profile should this education take?

In fact, ethical education in the teaching of engineering may present many components and aims, from references and discouragement of plagiarism to the teaching of deontological and professional codes, but it can also reach broader philosophical and reflexive dimensions. However, not all components of ethical education correspond to the profile of ethical education that is needed in and towards the future ([Nussbaum, 2014](#)). Therefore, it is important to question what profile of ethical education is necessary in and towards the future of engineering education.

Ethical education must develop the ability to comprehend and critically analyse the contemporaneity and its challenges, under the

filter of ethics. In this sense, it is indispensable to foster the comprehension and analysis of the action of engineering at social, economic, political and environmental levels (Kranzberg, 1986) and the comprehension of how the future is built and/or limited from the present. Thus, it is crucial to promote a deep and multidisciplinary understanding of how engineering, through technology, has been shaping societies throughout history to broaden the conscientiousness on the role of engineering in the construction of the present and the shaping of the future.

It is necessary to take into account that an ethical education focused on a deontological or legal perspective is insufficient (LaTaile, 2006; Nussbaum, 2014; Verrax, 2017). This is essentially a normative training and therefore is unable to foster the deepening of ethical judgement (LaTaile, 2006) or the ability of critical analysis. In contrast, an education focused only on the technical dimension of engineering, which neglects a multidisciplinary component (Nussbaum, 2014) and does not contemplate other knowledge areas, risks missing the analysis of the immeasurable and multi-layered consequences of engineering actions in the present and in the future. An example of this broad and multidisciplinary interrelationship can be found in the relationship referred to by Weisman (2008) between the (near) disappearance of the Zápara people, who peacefully inhabited Amazonas, and the beginning of cars' series production in the United States by Henry Ford.

However, it is also vital that all training develop critical analysis skills framed by ethical judgement, considering that ethics must be the guiding light that allows discerning and guiding the choice of possible options for the future and reflecting upon the present. Without such an ethical framework, there is a chance that this role may be occupied by other aspects or interests with no ethical-philosophical grounds aimed towards the common good and the safeguard of the future. Therefore, it is also crucial to provide engineering students with the understanding and analysis of the various ethical currents that serve as a basis for contemporary ethical judgements. This training feature has the goal to promote and deepen ethical judgement, framed by a broad and well-grounded philosophical perspective.

Therefore, it is necessary to detach engineering education from its merely technical dimension and to refocus it on the mission to train engineers in a multidisciplinary perspective (Sunthonkanokpong, 2011), reflexive and committed to building the present and the future towards the common good and having the goal to acknowledge and take on a role in solving common problems (social, political and environmental) in the present and in the future (LaTaile, 2006; Nussbaum, 2014).

In this sense, in the future, it will be vital that ethical education be part of engineering courses, fostering:

- A multidisciplinary and critical analysis of contemporary societies
- A deep, multidisciplinary, critical and historical analysis of the role of engineering and technology in the modelling of societies
- A multidisciplinary and critical analysis of the challenges of the present and possible futures, highlighting the role of engineering in the construction of the future
- The analysis of contemporary ethical currents and their historical-philosophical foundations.

From a pedagogical and didactical point of view, it is important to consider that promoting and deepening the students' ethical development is part of the evolution of their own personality and identity. Although the age of engineering students is, in general, the most adequate for this education process (Ferreira, 2013), it is not sufficient to simply expose and present knowledge and facts because to foster ethical development, it is necessary that students adhere to it and be intellectually and emotionally involved in it. This is hardly achieved through expositive methods in which the student has a passive role (Perrenet, Bouhuijs & Smits, 2010).

In the same line of thought, it is also necessary that the contents taught be related to the knowledge previously gained by the student to boost their meaningfulness and students' adhesion and involvement and consequently to increase the possibility of a moral commitment (Ehrlich, 2000; Ferreira, 2013; Rovira, 2003). As ethical development is the result of a personal developmental process, it is also important that the learning process be personal and actively built by the student (for example using PBL methodology; (Perrenet, Bouhuijs & Smits, 2010).

In the context of assessment, King and Mayhew (2002) consider that this kind of training must not use traditional assessment methods (the traditional exam) to gauge what students have learned or to know whether students, as future professionals, will or will not act accordingly with ethical principles (Davis & Feinerman, 2012).

Considering that the future is constructed from the present, it is important to analyse to what extent higher education in the field of engineering acknowledges and includes (or not) this perspective of a broad ethical education that aims to analyse the problems of the present and its responsibility in constructing the future.

Based on these ideas, this study aimed to determine the direction of the ethical education of engineering students (in Portugal) by focusing on the emphasis given to education with the characteristics referred to above, from the perspective of responsibility in the ethical construction of the present and the future.

4. Ethical education in portuguese higher education engineering courses

In Portugal, engineers are trained in institutions from two higher education subsystems: university education and polytechnic education. The two subsystems have different training models, historical roots and legislation and different durations of the training process and academic degrees. While in university education, historically engineering courses followed the French model (long-term courses of five years and a strong scientific training component), the polytechnic courses followed essentially the short training British model (3 years) (Silveira, 2005). After adaptation to the Bologna process, the university subsystems can teach Licentiate courses (3 years: 180ECTS), Master (+2 years: 120ECTS), Integrated Master (5 years: 300ECTS) and PhD (+3 years: 180ECTS). Polytechnic subsystems can teach only Licentiate courses (3 years: 180ECTS) and Masters (+2 years – of vocational character:

120ECTS).

Considering all 184 engineering courses in Portugal (in the non-military public higher education), the percentage of them with at least one mandatory curricular unit fully dedicated to ethical education is only 7.6% (Monteiro, Leite & Rocha, 2017). Also, only 14.6% of the courses have at least one mandatory curricular unit containing references to ethics, without being fully dedicated to this education domain (Monteiro, Leite & Rocha, 2017).

The majority of the Portuguese engineering courses present no explicit form of ethical education at the curricular level. This may indicate that few institutions (responsible for the teaching of engineering) recognise the need for engineering students' ethics education. Nonetheless, considering the institutions that do include this education domain in the curricula, it is important to analyse (objective of the present study) to what extent ethical education corresponds to the characteristics listed in Section 3 (as necessary for an ethical education in and towards the future of engineering education), and to do so, it is necessary to analyse the profile of the ethical education provided to engineering students in the present.

5. Methodology of the study

This study is focused on engineering education of the public higher education in Portugal (excluding the military higher education) and considers the university and polytechnic subsystems. Methodologically, a corpus of analysis was defined and analysed, contemplating the curricular units that possess some kind of explicit education on ethics.

The definition of the corpus of analysis entailed the identification, collection and analysis of the curricular units' plans from higher education engineering courses (available at each institution's official website). The selection of curricular units led to the analysis of the curricula from 184 Portuguese engineering courses. Content analysis was used in the selection of the curricular units to be analysed. Data collection occurred in 2016.

From the 184 engineering courses taught in public (non-military) institutions in Portugal, only the ones that include ethics education, in total 33 different curricular units, were selected to constitute the corpus of analysis (26 from the university and 7 from the polytechnic). Some curricular units are part of the curriculum of several courses that belong to the same educational institution. The low number of curricular units reveals the limited place occupied by ethics in the training of engineers. Two types of curricular units compose the corpus of analysis: i) curricular units whose contents are exclusively focused in ethical education; and ii) curricular units with diverse contents, including topics from ethical education (such as, for example: "The exercise of the civil engineering profession: ethical and deontological features").

Based on the study objective and aiming to find the profile of the ethical training provided to engineering students in Portugal, the curricular units' plans were analysed in the following dimensions:

- Objectives and/or skills;
- Curricular contents;
- Teaching/learning methods;
- Assessment methods.

This study did not look at the real practices of teachers in the classroom but only at what is in each curricular unit's plans. Despite recognising that there may be a significant difference between the two realities (the formal definition of curricular units and teachers' practices), it does not reduce the value and importance of the formal texts, given that the texts gather the conceptions and perspectives of the teachers who conceived the curricular unit plan. It then allows an approximation of the conceptions and perceptions of the teaching body responsible for the definition of curricular structure and contents.

The *objectives/skills* defined and the predetermined *curricular contents* constitute the main dimensions of analysis, as they summarise the profile of the intended ethical education. In these two dimensions (*objectives/skills* and *curricular contents*), the analysis focused on the profiles defined for the ethical education and the coherence between the objectives/skills and course contents.

In the case of curricular units with diverse contents, the analysis of the domain *curricular contents* included the calculation of the percentage of topics explicitly related to ethical education (depending on the total number of topics in the curricular unit). This index constitutes an indicator of the relevance, place, importance and time dedicated to ethical education and can reveal the conceptions on the intended and necessary ethical education.

In the case of optional curricular units, the average number of curricular units that compete with the ones under study was also calculated. This is an indicator of the importance given to the curricular units that include ethical education.

In addition, and as a complement, the *assessment* and *teaching/learning methods* were also analysed to examine the kind/profile of learning targeted and valued (knowledge acquisition, reflexive development, memorisation or personal questioning). This is an important indicator of to what extent ethical education is or is not linked to teaching methods in which teachers only transmit theories and concepts and students play a passive role, neglecting debate and ethical deepening. It also measures whether the teaching and assessment models meet the characteristics listed in Section 3, particularly in what concerns an active learning that seeks students' ethical development.

The analysis of these dimensions in the curricular units (*objectives/skills*, *curricular contents*, *assessment methods* and *teaching/learning methods*) investigated whether they meet the characteristics listed in Section 3 for an ethical education necessary in and towards the future in engineering education.

Table 1

Distribution of curricular units by the curricular frame (frequency regime) and percentage (average) of contents dedicated to ethical education in the 33 analysed curricular units.

Type of content	Frequency regime	University Education		Polytechnic Education	
		Curricular units that include ethics or civics education	Average% of contents dedicated to ethics	Curricular units that include ethics or civics education	Average% of contents dedicated to ethics
Fully focused on ethical education	Mandatory	1	100%	3	100%
	Optional	7		1	
Including diverse contents	Mandatory	12	12,48%	3	17,7%
	Optional	5	16,67%		
	Voluntary	1	6,67%		

6. Results

It is important to acknowledge that the frequency regimes of the curricular units under analysis are mandatory, optional or voluntary (Table 1 presents the number and distribution of the curricular units by frequency regime Monteiro, Leite & Rocha, 2017)). As was mentioned, concerning content, the curricular units are organised into two types: those fully focused on ethical education or those including diverse technical or mathematical contents and topics from ethical education.

It is necessary to recognise that the number of curricular units from each subsystem differs significantly (26 from the university and 7 from the polytechnic subsystems). Although the polytechnic subsystem teaches 47.6% of engineering courses, compared to the university, it presents a considerably lower number of curricular units that include some kind of ethical education. Nonetheless, the polytechnic subsystem contains the highest number of *mandatory* curricular units *fully focused on ethical education*. In what concerns the university, the curricular units *fully focused on ethical education* are almost all *optional* (of the eight curricular units in this category, only one is *mandatory*), while the curricular units with *diverse contents* are mostly *mandatory*.

Table 1 shows that in total, the university subsystem presents more curricular units that contemplate ethical education than the polytechnic subsystem; however, the curricular units fully focused on ethical education are almost all optional. This indicates that ethical education is not seen as important. In addition, in the university subsystem, on average, the optional curricular units compete with 27.46 other curricular units of a diverse nature (estimated based on the number of alternative curricular units offered to students on the higher education institutions' official websites).

Notably, the fact that the curricular units of ethical education are optional reveals that such contents are not seen as essential for the future graduates, and this hypothesis is reinforced by the large number of optional curricular units that are offered. If this training component were considered fundamental to future graduates, then it would be mandatory.

6.1. Objectives and skills

The *objectives/skills* defined in each curricular unit summarise the most relevant learning topics to achieve. In this sense, they illustrate the focus of each curricular unit and are therefore important for this study.

Table 2 presents the (non-exclusive) categories that resulted from the analysis of the *objectives/skills* in several curricular units' plans. To better show the relationship between the *objectives/skills* and the categories, Table 2 also presents some excerpts from the texts of the curricular units' plans.

The categories fit in three different areas: ethical and critical reflection about technology role in contemporaneity and in the future; professional and economic aspects; civic education and soft skills.

Table 2 shows the presence of some of the characteristics that are necessary for ethical education in and towards the future of engineering education (as listed in Section 3). However, it is necessary to analyse the relevance of the many categories of *objectives/skills*. Fig. 1 shows the number of references made to *objectives/skills* in each of the categories for each higher education subsystem.

Fig. 1 highlights a difference between the objectives defined for the curricular units of polytechnic education and the ones from university education. The graph reveals that, for university education, the most mentioned objectives fall into the categories *to promote the debate on the role of engineering* and *to promote ethical and critical analysis* along with *to promote professionalization, leadership and entrepreneurship*. In the case of polytechnic education, the main categories are *to promote professionalization, leadership and entrepreneurship* and *to promote the debate on the role of engineering*. This reveals the two subsystems' different focuses within ethics education. This difference may be explained by the legal and historical differences between the subsystems, given that the university education is defined as research-oriented and the polytechnic as professional-oriented (No. 62/2007-Legal Regime of IES).

From the analysis of Fig. 1, it is possible to affirm that not only does the university subsystem present a higher number of curricular units dedicated to ethical education, but it also presents the ones with objectives that are closer to the characteristics of ethical education in and towards the future of engineering education (as listed in Section 3), namely: *to promote the debate on the role of engineering* and *to promote ethical and critical analysis*.

However, it was also necessary to investigate to what extent these categories are contemplated in the curricular contents and didactical-pedagogical methodologies.

Table 2

Categories, subcategories and examples of excerpts, from the objectives or skills of the curricular units' plans.

Category	Excerpt from the text of the curricular units' plans: Objectives/skills	Subcategories
To promote the debate on the role of engineering	"This discipline is intended to act as a catalyst for students' reflection on the essence of their own <i>metier</i> , leading them to question the technical nature (their future professional object), to understand the many roles and levels of prominence that technology took and takes over in the European society and to establish a culture of responsibility towards the social whole"	To promote consciousness of the potential consequences of engineering action To promote the debate on the role of technology in the current society and in the future To promote knowledge on the history of technology/engineering
To promote the debate about the contemporary society	"Distinguish the role of scientific and technical-scientific rationale in our understanding of the current social and individual world"; "as well as become acquainted with the main current issues concerning the environment and sustainable development"	To promote environmental sustainability To promote knowledge and critical analysis on the social, political, environmental and economic complexity of contemporaneity
To promote active citizenship	"To make future engineers aware of the importance of their behaviour as citizens and professionals"; "In general, to foster the acquisition of knowledge and skills of citizenship"	To promote maturity and responsibility To promote civic education and human rights
To promote ethical and critical analysis	"To develop the scientist's and the engineer's sense of ethics and social responsibility"; "to catalyse students' critical thinking about their future experience as professionals and citizens"; "To explain the ethical perspective and the different theories of duty"; "identify the principles of moral philosophy"	To promote ethical deepening To promote critical analysis/reflection To know the fundamental principles of ethics
To promote professionalization, leadership and entrepreneurship	"The main goal is to present to students the profession they chose"; "To identify and interpret ethical dilemmas in the practices of managers and professionals and debate their resolution"; "To debate the role of codes of conduct and deontological codes in the promotion of ethical behaviour"; "to politically and legally frame (from the law) the environment surrounding the engineer" "To be able to develop processes of change, coordinate multidisciplinary teams and leadership"	To promote professionalization To know the deontological code and professional rules/legislation To apply knowledge to professional cases To promote innovation and entrepreneurship To promote leadership To know and understand the functioning of economic organisations
To promote technical knowledge	"To develop students' ability to approach and decide on problem solving strategies, particularly the ones in mechanical engineering, in the generic fields of: units and systems of units; mechanics of solids; (...)"	
To transmit knowledge	"Transmission of concepts"	
To learn to select information	"To show skills of research, organization and synthesis of information"	
To promote integration in higher education	"To contribute to a better integration/responsibility of students in the life and image of the [higher education institution]"	
To develop soft skills	"To acquire knowledge and personal skills (oral and written expression, business, cultural, artistic, sportive, linguistic, etc.), as well as team work, organisational and social skills"	

6.2. Curricular contents

The contents of the 33 curricular units were also analysed. Based on the theoretical framework previously presented and the results of this analysis, it was possible to identify a set of (non-exclusive) categories and subcategories, presented in Table 3. For each category, some excerpts from the curricular contents are presented.

By analysing Tables 2 and 3, the existence of a match between almost all of the categories in the definition of *objectives/skills* and those present in the *curricular contents* is made clear. This suggests the existence of coherence between the objectives and the contents defined to reach those objectives in the set of curricular units. However, it is not sufficient to assess the coherence between the objectives and the contents; it is also necessary to investigate whether there is coherence in the importance given to each category.

To do so, it was necessary to calculate the importance given (considered as the number of references made) to the topics of each category that resulted from the analysis of each curricular unit's contents. The references identified in the analysis were counted for each category, and the results are presented in Fig. 2.

In what concerns the *curricular content*, the topics from the category *professionalization and deontology of the engineer* are those most frequently referred to. This is true for both the university and the polytechnic subsystems. The second-most referred to category in the polytechnic system is *leadership and entrepreneurship* and in the university *technical training*.

Comparing Figs. 1 and 2, it is possible to conclude that the categories most referred to concerning *objectives/skills* in the

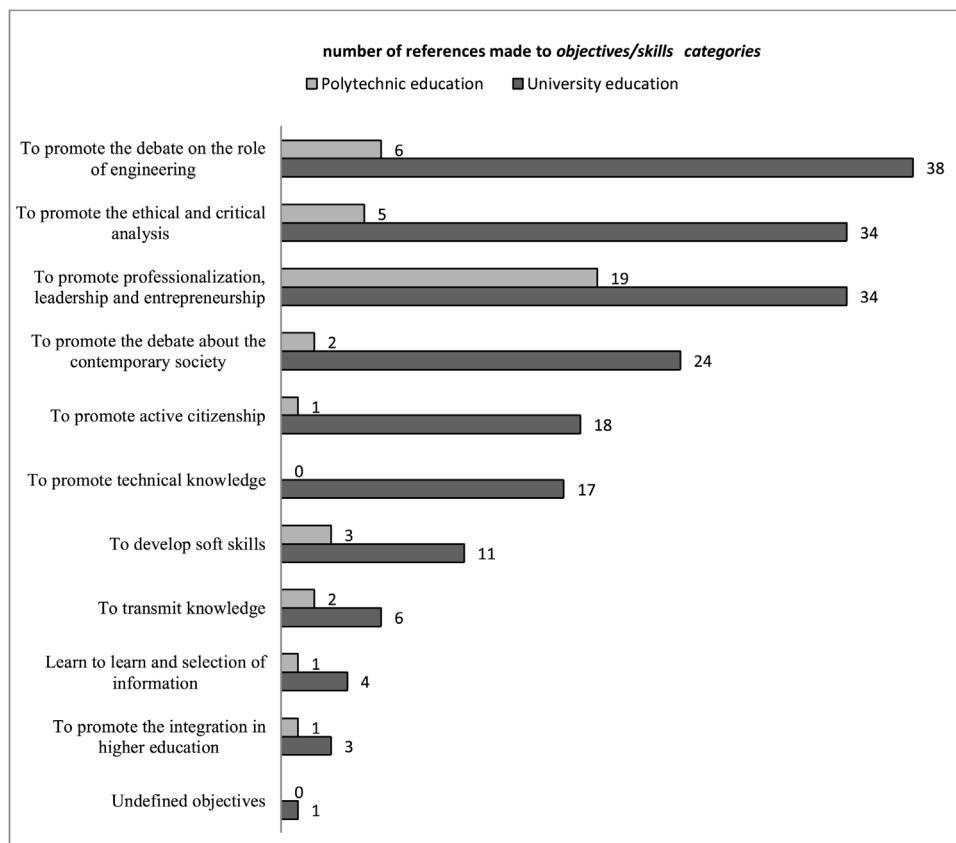


Fig. 1. Analysis of objectives/skills: number of references to each category, according to the education subsystem.

polytechnic subsystem coincide with those in *curricular contents*. This is not true in the university subsystem in which the *curricular contents* value *technical training* and *professionalization and deontology of the engineer*, neglecting *ethical training and critical analysis and analysis of the action of the engineer in the society*.

Fig. 2 highlights the fact that the university subsystem presents a high number of technical contents in the curricular units dedicated to diverse contents that include references to ethical education. This shows that, in this subsystem, the majority of the curricular units with ethical education are not fully dedicated to this education domain. In fact, these are curricular units with diverse contents, namely technical ones, and in which references are made to issues of an ethical or deontological nature. The category concerning technical contents is less referred to in the polytechnic system because in this subsystem, more than half of the curricular units with ethical education are fully dedicated to this field of education.

To better understand the real importance given to ethical education, the percentage of this education component in the contents of the studied curricular units was calculated. For such, the topics in each curricular unit and the topics potentially related to ethical education were counted. The percentages were calculated for each curricular unit, according to the total number of topics.

The analysis of the percentage of ethics education in the contents of the studied curricular units allows concluding that, although the university subsystem presents the highest number of curricular units with ethical education topics, in the majority of the units, this education component corresponds to a small parcel of the predetermined contents.

Excluding the curricular units fully dedicated to ethical education, the average percentage of the remaining units is only 14.2%. This is a low value, and it indicates that only one brief reference is made to ethics. This reveals that ethical education occupies a place of secondary importance, which is incompatible with an ethical education able to promote a profound personal ethical development or a personal critical analysis that promotes self-questioning and self-reflection, given that it demands a complex internal process that requires time and much more than the mere acquisition of information (Ferreira, 2013).

6.3. Teaching and learning methodologies

It is also important to consider that ethical education does not fit within a profile of technical training in which only “knowing” is sufficient, for ethical development entails personal affiliation and inner commitment (Ehrlich, 2000; Ferreira, 2013; Rovira, 2003). Therefore, an ethical education that aims to promote ethical development must privilege active methodologies that foster personal involvement, critical analysis, self-questioning, self-reflection and ethical deepening. In this sense, the methodologies described in the curricular units’ plans were also analysed. The analysis resulted in the definition of 10 categories (emergent and non-exclusive),

Table 3

Categories, subcategories and examples of excerpts from the texts regarding the curricular contents from the 33 studied curricular units.

Category	Excerpt from the curricular plans: Curricular contents	Subcategories
Analysis of the contemporaneity	“to critically reflect on problems in the contemporary culture and its appropriation and/or conceptual translation as a form of self-understanding and axiological understanding”; “to contextualize the phenomenon of contemporaneity”	Analysis of contemporaneity Analysis of economic/social/environmental sustainability Debate on social responsibility
Ethical training and critical analysis	“Introduction: How should we live? The question of a good life and theories of duty”; “Different perspectives about ethics and moral philosophy”; “The technical-scientific progress and the ethical and philosophical challenges it entails”; “The advancements of knowledge and the persistence of evil”	Psychology of ethical development Ethics-concepts Ethics-philosophy Critical analysis Ethical reflection
Professionalization and deontology of the engineer	“The profession of Mechanical Engineering”; “The profession in companies/organisations and the framing of the three great economic agents”; “The anatomy of a profession: the rise of the non-military engineer”	Professionalization of the engineer Professional code of ethics Deontology Legislation Analysis of practical cases
Action of engineering on the society	“The historical evolution of the Civil Engineer”; “The institutionalisation of the engineer as the centre of the industrial cognitive universe”; “Techniques as a socio-political structure, as a ludic element and as resolution of practical problems”; “The triumph of the technical universe”; “the technical-scientific progress and the ethical and philosophical challenges it entails”; “The contemporary perception on technology”; “Risk, Security and Responsibility: risk society and the modern ethics”; “Science, Technology and Society: Fundamental topics in the analysis of the relationship between science, technology and society”	The engineer as a socio-political actor History of technology/engineering Analysis of the role of technology in the present and in the future Critical analysis on the consequences of the action of engineering/engineers
Civic education	“Citizenship, difference and human rights”; “Framing of the person/citizen in the world, in the society and with himself: a thought of cosmology and continuity”	
Search and selection of information	“Research optimisation criteria”; “Relevant information and reliable information”	
Leadership and entrepreneurship	“Leadership: the leader and task management, individual management and group management. Leadership styles and the value of leadership”; “Characteristics of a leader”	
Technical training	“Project, modelling, operation, maintenance and systems control”	
Training in soft skills	“Specific training in ‘non-technical skills’, among which: ‘Writing in engineering’; ‘Effective communication’; ‘Production of a Technical/Scientific Report’; ‘producing a poster’”	

presented in Fig. 3.

It is possible to see that the university subsystem curricular units essentially resort to *teacher's oral exposition in the classroom*, followed by *critical analysis/reflection/debate* and *Case studies*. In the polytechnic curricular units, the most common methodology is also *teacher's oral exposition in the classroom*, followed by *case studies* and *seminars and conferences*. Considering the prevalence of *teacher's oral exposition in the classroom*, it can be concluded that this is the predominant methodology. Crossing these data with the percentage of this education component in the contents of the studied curricular units, it seems fair to question whether, in some curricular units, ethical education is more of a transmission of knowledge than an ethical education aiming to promote students' ethical development.

6.4. Assessment methodologies

The assessment methodology is also an indicator of beliefs and conceptions on what is intended and perceived as ethical education. In this sense, Fig. 4 presents the results of the analysis of *assessment methodologies* in the curricular units studied. It needs to be underlined that different methods coexist in the same curricular unit.

The Fig. 4 shows that the most common *assessment methodology* is the *written work* and its public presentation. Also with a significant presence is assessment through exams (partial or final), and this method is often used in conjunction with written work. From the analysis, it was not possible to identify the topics addressed in the assessment through exams, that is, whether the exams focused on technical aspects or on aspects of the ethical education component.

It needs to be highlighted that of the 33 curricular units, only one bases the assessment solely on debate and oral participation in classes. This may be because teachers and institutions must archive proof of the assessment, and exams or written documents are more convenient for this.

The use of a more traditional assessment methodology (exams and written work) seems to indicate a conception of ethical education close to other technical-scientific topics. However, the predominance of assessment through written work (as an alternative

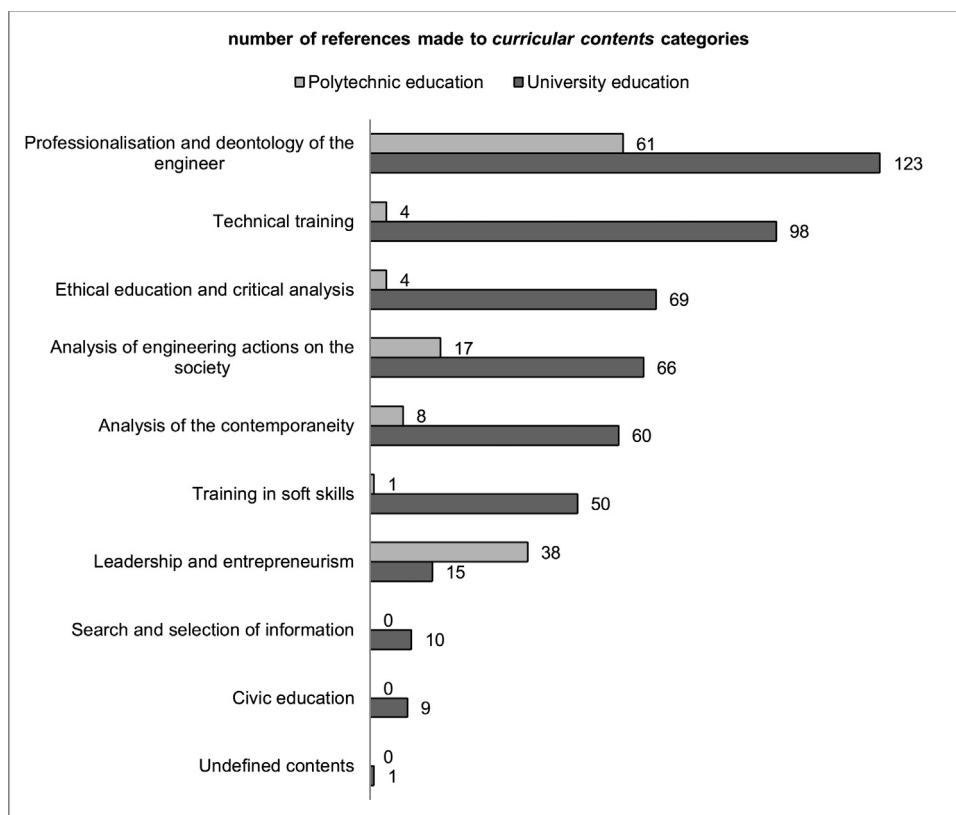


Fig. 2. Analysis of the contents: number of references made in each category, according to the teaching subsystem.

to the exam) seems to indicate that the exam is no longer seen as the most adequate methodology for this education component.

7. Final reflections

The arguments stated in this paper support the need to promote, in the present and in the future, the ethical education of engineering students to further the critical and multidisciplinary debate on the problems of the present and the safeguarded and responsible construction of the future. The results show that, although ethical education is already somewhat present in the engineering courses in Portugal, it still only covers a few courses. We consider that these data are indicative that the faculty of most of the institutions studied still perceives the engineering education in a perspective of engineering and technology's neutrality. At this point, it is important to take into account that most current engineering teachers have been trained in the perspective of engineering's neutrality. This may justify that some teachers do not recognise the need for ethical education in engineering courses and, as such, that most of the engineering courses taught in Portugal do not offer in their curriculum ethical education.

The results show that the ethical education in Portuguese engineering courses is still frequently given secondary importance, in terms of the curricular content of the many curricular units studied and in the profile of that content. In this regard, the reduced presence of the aspects of an ethical education necessary in and towards the future of engineering education (as listed in this study in Section 3) is relevant, particularly the critical and ethical analysis of the history of engineering and technology or engineering's role in the contemporary and future socio-environmental challenges. In contrast, the professionalism and the ethical-deontological education are much more present.

These results reinforce our conclusion that the construction of most of the current curricula of studied engineering courses, is still based on the perspective in which engineer is seen as a mere technician whose action is neutral, and not as a strong active player in the construction of contemporaneity and the future. This fact also indicates a lack of awareness about the role, impacts and responsibility of technology and engineering in the historic course of humanity. This perspective about engineers' professional action, limits their field of vision, understanding and awareness to the restricted context of the practical and technical implementation in the present. This justifies the very small presence of content related to the history of engineering and technology in the curricula of the studied courses. However, according to [Kranzberg \(1986\)](#), the consequences of technology go far beyond its technical purpose and its restricted context of practical implementation. Therefore, in order to understand the present and anticipate the consequences for the future, it is necessary to recognise the role that technology has had in the past and has in the present.

The results allow us to conclude that the ethical education currently provided in the majority of the curricular units studied strays from the conception defended in this paper as being necessary in and towards the future in engineering education. This is because the

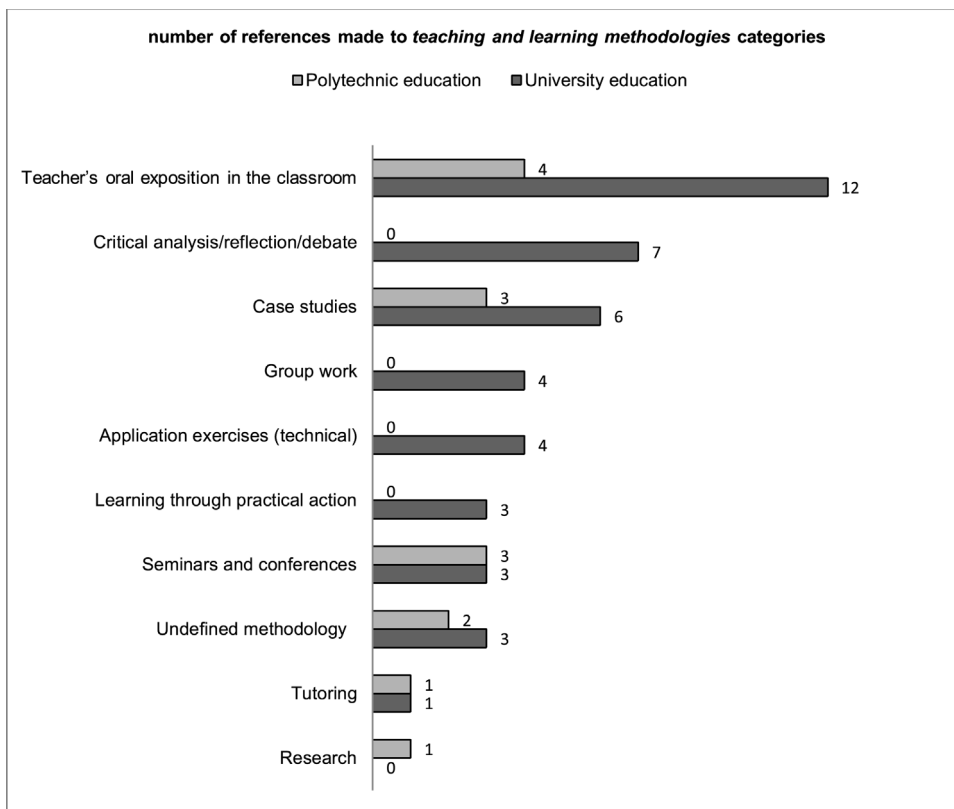


Fig. 3. Categories and number of references made to *teaching and learning methodologies* in the 33 curricular units studied.

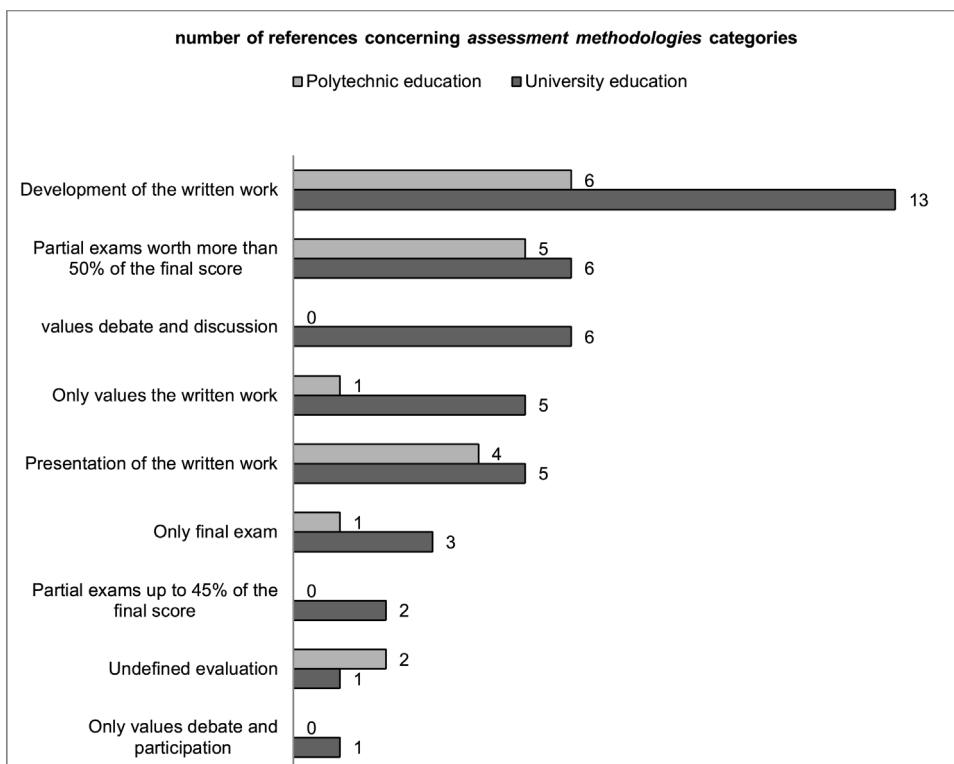


Fig. 4. Categories and number of references concerning *assessment methodologies* of the 33 curricular units studied.

predominant themes, the importance and “space” given to ethical education and the teaching/learning methodologies do not strongly foster the ability to comprehend and critically and ethically analyse the challenges of contemporaneity and of the future. This may indicate a depreciation of ethical education in comparison with other topics (namely, technical or professionalism) and can also mean a lack of sensibility and/or training of the teaching body in the field of ethics.

This hypothesis is reinforced by the results of the analysis of the didactical-pedagogical and assessment methodologies. Although this problem is not restricted to the ethical education component, the results reinforce the need to promote the use of active didactic-pedagogical methodologies and with a social transformative intention (Moore, 2005), which implies a change in the teachers’ conceptions and practices; and to promote the teachers’ consciousness and training in order to raise awareness of the importance and necessity of promoting the ethics education of the engineering courses students. This aspect is further reinforced by the need that ethical education shouldn’t be limited to one curricular unit where knowledge is transmitted, but it also should actively involve the students and the entire educational community (Ehrlich, 2000) in a commitment to a broad and responsible debate about the engineering role in the present and the future.

The results highlighted, then, that a broad recognition of the need and importance of engineering students’ ethical education is not yet seen (in the Portuguese engineering courses), either as a fundamental need in the present or as a pillar of these professionals’ training in the future and for the future, and that to change it is necessary to involve a change in the teachers’ conceptions.

Funding

This research did not receive any specific grant from funding agencies in the public, commercial or not-for-profit sectors.

References

- Ananiadou, K., & Claro, M. (2009). *21 st century skills and competences for new millennium learners in OECD countries. OECD education working papers*, Vol. 41 <http://dx.doi.org/10.1787/218525261154>.
- Ashcroft, L. (2004). Developing competencies, critical analysis and personal transferable skills in future information professionals. *Library Review*, 53(2), 82–88.
- Bauman, Z. (2017). Sintomas em busca de um objecto e de um nome. In H. Geiselberger (Ed.). *O grande Retrocesso: um debate internacional sobre as questões do nosso tempo [The Great Regression]* (pp. 33–50). Lisboa: Penguin Random House [original: (2017). Die grobe Regression. Eine Internationale: Debate uber geistige situation der zeit. Heinrich Geiselberger].
- Beck, U. (2016). *Sociedade de risco mundial: em busca da segurança perdida [World risk society: in search of lost security]*. Lisboa: Edições 70 [original: (2007). Weltrisikogesellschaft. Auf der Such nach der verlorenen Sicherheit. Frankfurt : Suhrkamp Verlag Frankfurt Am Nain].
- Conlon, E. (2013). Broadening engineering education: Bringing the community in: Commentary on social responsibility in French engineering education: A historical and sociological analysis. *Science and Engineering Ethics*, 19(4), 1589–1594. <http://dx.doi.org/10.1007/s11948-013-9476-x>.
- Davis, M., & Feinerman, A. (2012). Assessing graduate student progress in engineering ethics. *Science & Engineering Ethics*, 18(2), 351–367. <http://dx.doi.org/10.1007/s11948-010-9250-2>.
- Domingos, P. (2017). *A Revolução do Algoritmo Mestre: Como a aprendizagem automática está a mudar o mundo*. Lisboa: Manuscrito Editora [original: (2015). The Master Algorithm: How the Quest for the Ultimate Learning Machine Will Remake Our World. New York : Ingram Publisher Services].
- Ehrlich, T. (2000). *Civic responsibility and higher education*. Westport: Westport: American Council on Education e Oryx Press.
- Ferreira, J. (2013). *O Que Nos Leva a Ser Morais? A Psicologia da Motivação Moral [What Makes Us Moral? The Psychology of Moral Motivation]*. Lisboa: Climepsi Editores.
- Giddens, A. (1998). *As Consequências da Modernidade*. Lisboa: Celta Editora [original: (1991). The Consequences of Modernity. Polity Press].
- Gore, A. (2013). *O Futuro: seis forças que irão mudar o mundo*. Coimbra: Conjuntura Atual Editora [original: (2013). The Future: Six Drivers of Global Change. Random House Trade].
- Harari, Y. (2017). *Homo Deus: História breve do amanhã*. Amadora: Elsinor [(original: (2016). Homo Deus –a Brief history of tomorrow. Vintage Publishing)].
- Ings, S. (2017). *Estaline e os cientistas: uma história de triunfo e de tragédia 1905–1953*. Lisboa: Círculo de Leitores [(original: (2016). Stalin and the scientists –A history of triumph and tragedy, 1905–1953. Faber & Faber).
- Jamisson, A., Kolmos, A., & Holgaard, J. (2014). Hybrid Learning: An Integrative Approach to Engineering Education. *Journal of Engineering Education*, 103(2), 53–273.
- Jonas, H. (2015). *El principio de responsabilidad: ensayo de una ética para la civilización Tecnológica [The Imperative of Responsibility: In Search of an Ethic for the Technological Age]*. Barcelona: Herder Editorial [original: (1979). Das prinzip verantwortung. Insel Verlag, Frankfurt amb Main].
- King, P., & Mayhew, M. (2002). Moral Judgement Development in Higher Education: Insights from the Defining Issues Test. *Journal of Moral Education*, 31(3), 247–270.
- Kranzberg, M. (1986). Technology and History: Kranzberg’s Laws. *Technology and Culture*, 27(3), 544–560.
- Krastev, I. (2017). Futuros maioritários. In H. Geiselberger (Ed.). *O grande Retrocesso: um debate internacional sobre as questões do nosso tempo [The Great Retreat: an international debate on the issues of our time]* (pp. 119–136). Lisboa: Penguin Random House [original: (2017). Die grobe Regression. Eine Internationale: Debate uber geistige situation der zeit. Heinrich Geiselberger].
- LaTaile, Y. (2006). *Moral e ética: dimensões intelectuais e afetivas [Moral and ethical: intellectual and affective dimensions]*. Porto Alegre: Artmed.
- Magalhães, A. (2006). A identidade do ensino superior: A educação superior e a universidade [The identity of higher education: Higher education and university]. *Revista Lusófona De Educação*, 7, 13–40.
- Moore, J. (2005). Is Higher Education Ready for Transformative Learning? A Question Explored in the Study of Sustainability. *Journal of Transformative Education*, 3(1), 76–91.
- Monteiro, F., Leite, C., & Rocha, C. (2017). The influence of engineers’ training models on ethics and civic education component in engineering courses in Portugal. *European Journal of Engineering Education*, 42(2), 156–170.
- Morin, E. (1999). *Os sete saberes necessários à educação do futuro [Seven complex lessons in education for the future]*. São Paulo: Edições UNESCO Brasil.
- No. 62/2007-Legal Regime of IES (2007). *Diário da República n.º 174/2007, Série I de 2007-09-10*. [retrived from <http://data.dre.pt/eli/lei/62/2007/09/10/p/dre/pt/html>].
- Norberg, J. (2017). *Progresso: dez razões para ter esperança no futuro*. Lisboa: Círculo de Leitores [(original: (2016). Progress –Ten reasons to look forward to the future. Oneworld Publications).
- Nussbaum, M. (2014). *Educação e Justiça Social [Education and Social Justice]*. Ramada: Edições Pedago.
- Perrenet, J., Bouhuijs, P., & Smits, J. (2010). The Suitability of Problem-based Learning for Engineering. *Journal Teaching in Higher Education*, 5(3), 345–358.
- Postman, N. (2007). *O Fim da Educação: Redefinindo o valor da escola*. Lisboa: Relógio D’Água [original: (1996). The End of Education. New York : Random House].
- Rego, A., & Braga, J. (2014). *Ética para engenheiros [Ethics for Engineers]*. Lisboa: Lidel.
- Rieckmann, M. (2012). Future-oriented higher education: Which key competencies should be fostered through university teaching and learning? *Futures*, 44(2), 127–135.
- Riley, D. (2008). Engineering and Social Justice. *Synthesis Lectures on Engineers Technology and Society*, 3(1), 1–152. <http://dx.doi.org/10.2200/>

S00117ED1V01Y200805ETS007.

- Ross, A. (2016). *As indústrias do futuro*. Lisboa: Conjuntura Atual Editora [original: (2016). The industries of the future. Simon & Schuster UK].
- Rovira, J. (2003). *Prácticas Morales – Una Aproximación Moral [Moral Practices – A Moral Approach]*. Barcelona: Ediciones Paidós Ibérica.
- Silveira, M. (2005). *A formação do engenheiro inovador: uma visão internacional [The training of the innovative engineer: an international vision]*. Rio de Janeiro: PUC-Rio, Sistema Maxwell.
- Sousa, A. (2004). *O Homen.com medo de si próprio: ética versus tecnologia [Man Fearing Self: Ethics vs Technology]*. Porto: Editora Estratégias Criativas.
- Sunthonkanokpong, W. (2011). Future global visions of engineering education. *Procedia Engineering*, 8, 160–164.
- Verrax, F. (2017). Engineering ethics and post-normal science: A French perspective. *Futures*, 91, 76–79.
- Weisman, A. (2008). *O mundo sem nós*. Oeiras: Estrela Polar.
- Young, M. (2010). *Conhecimento e currículo: do socioconstrutivismo ao realismo social na sociologia da Educação [Knowledge and curriculum: From socioconstructivism to social realism in the sociology of education]*. Porto: Porto Editora.

4.4- Reflexões sobre a contribuição do estudo divulgado no artigo para a investigação geral

Esta componente do estudo, como já referimos, correspondeu à análise das fichas das unidades curriculares que fazem parte dos cursos de engenharia lecionados em Portugal e incorporam formação ética. Os resultados evidenciaram que, para além da formação ética estar pouco presente nos cursos de engenharia, muitas das unidades curriculares em que está incorporada atribuem-lhe apenas uma pequena relevância no conjunto dos conteúdos previstos. Tal facto é indicador de uma subvalorização da formação ética e da sua conceção enquanto transmissão de informação/conhecimento, em oposição a um complexo e gradual processo de desenvolvimento pessoal.

Na mesma linha, os resultados indicaram que a formação ética mais presente se enquadra na perspetiva deontológica e profissional, o que em combinação com o recurso ao método expositivo, permite reforçar a conclusão de que a formação ética seja concebida apenas como transmissão de informação/conhecimento. Esta conceção da formação ética, pelo seu carácter essencialmente normativo e não implicativo de envolvimento pessoal, é contrastante com a conceção de uma formação ética pessoal, reflexiva e transformadora (Ferreira, 2013; Rovira, 2003) que foi por nós defendida no enquadramento geral deste capítulo. Esta ideia é reforçada pela pequena presença de metodologias de ensino/aprendizagem com forte envolvimento pessoal e comprometido dos estudantes, potenciadora de uma transformação pessoal. Como referimos, para potenciar a transformação pessoal, a formação ética precisa de ser um processo de construção e descoberta capaz de provocar o autoquestionamento e de construir ou consolidar novos significados e sentidos. Para tal, é necessário que a formação ética potencie a tomada de consciência sobre os próprios valores e conceções, bem como dos valores presentes nas sociedades contemporâneas, e os reflita critica e eticamente.

Os resultados também evidenciaram uma diminuta presença de indicadores de uma formação ética reflexiva, crítica e questionadora do papel da engenharia e da tecnologia na sociedade. Neste âmbito, destaca-se a diminuta presença de

formação que englobe a análise do papel histórico da engenharia e da tecnologia no *progresso* humano. Tal análise não se deve limitar à memorização de dados e factos históricos, mas tem que permitir tomar consciência das diversas e multifacetadas dimensões da ação da engenharia no percurso histórico da espécie humana, das restantes espécies e do planeta Terra (Riley, 2008; Jonas, 2015). Neste sentido, a análise histórica deverá permitir perceber que a ação da engenharia se repercute muito para além do instante de tempo em que uma inovação tecnológica ocorre, podendo as consequências dessa ação refletirem-se a muito longo prazo, de forma previsível ou não previsível.

Esta análise histórica poderá também permitir perceber que a ação da engenharia, ao potenciar competências e possibilidades em determinados domínios, direciona o percurso social, económico e ambiental. No entanto, esses caminhos, competências e opções podem esconder outras que deixam de ser valorizadas ou praticadas ou possíveis (de cada vez que a engenharia cria tecnologia, esta substitui capacidades: por exemplo, o uso de GPS diminui a capacidade de orientação espacial, uma vez que deixa de ser precisa, e deixa de ser praticada). A consciência (e eventual valorização) do que se perde/esconde devido à ação da engenharia é importante, uma vez que na engenharia predomina a conceção de que a evolução tecnológica é um bem em si mesmo que promove o progresso humano (Dubreuil, 2007), sendo, portanto, benéfico evidenciar que essa *evolução* se traduz também em perdas, nomeadamente de capacidades humanas.

Tendo em conta os perigos que podem advir de uma atividade profissional cujos profissionais não reconhecem ou não têm consciência dos potenciais efeitos e perigos da sua ação, torna-se evidente a necessidade de promover a análise das consequências da ação passada, presente e futura da engenharia (Kranzberg, 1986; Jonas, 2015; Rego & Braga, 2014). Não se trata aqui da análise dos efeitos e potenciais perigos técnicos, pois é expectável que esses façam parte do currículo técnico-científico dos cursos, mas da análise dos efeitos sociais, económicos e ambientais à escala global, no passado, no presente e no futuro previsível. Como já atrás tínhamos referido, Rego e Braga (2014) consideram que os engenheiros/as não têm consciência dos potenciais

efeitos abrangentes da ação da engenharia. Este facto poderá residir na diminuta presença deste tópico na formação ética dos estudantes dos cursos de engenharia portugueses, o que indicia, também como já neste trabalho afirmámos, que prevalece nas instituições de ensino e entre o corpo docente uma conceção da engenharia enquanto ação estritamente técnica.

Os resultados mostram, no entanto, também que a formação ética já está presente nos cursos de engenharia, mesmo que ainda em poucos cursos e sem abarcar as características que defendemos neste trabalho com vista à salvaguarda responsável do futuro e à promoção da justiça social. Salienta-se, assim, ser necessária uma nova atenção e abertura do corpo docente que permita ir para além da restrita conceção da engenharia enquanto ação apenas técnica. Esta abertura poderá ser um indicador de que estejam a ocorrer mudanças na forma de conceber a formação dos engenheiros em Portugal, e que essas mudanças possam compreender uma formação que assuma as responsabilidades e o empenho da engenharia e do seu ensino na promoção responsável e consciente de um futuro sustentável e justo. No entanto, para que tal ocorra, é ainda necessário promover uma mudança nas conceções dominantes do corpo docente sobre o papel da engenharia e da tecnologia na sociedade presente e futura. É necessário que os docentes deixem de conceber a engenharia como eticamente neutra e reconheçam a sua participação na moldagem da sociedade contemporânea e na definição do caminho que no presente se constrói para o futuro.

A investigação apresentada no presente capítulo, ao permitir conhecer as conceções sobre o papel da engenharia e sobre a formação ética presentes nas unidades curriculares dos cursos de engenharia, permitiu caminhar para o esclarecimento da pergunta de investigação: *como é que as instituições de ensino superior portuguesas que lecionam cursos de engenharia contemplam o debate sobre o papel da engenharia no presente e no futuro e a necessidade de formação ética dos seus estudantes?*

5

Reflexões finais

“Os cientistas pensam; os engenheiros fazem’ A engenharia é essencialmente uma atividade, em oposição a uma disciplina intelectual. O objetivo da ciência e da filosofia é saber; o objetivo da engenharia é fazer algo de bom ou útil. Mas mesmo nesta definição básica da engenharia as palavras bom e útil têm implicações filosóficas”.

(Stephan, Michael, Michael, Jacob & Anesta, 2012: 1752)

5.1- A neutralidade da engenharia

O ponto de partida da reflexão apresentada no presente trabalho de investigação foram os grandes desafios que a humanidade enfrenta, nomeadamente a sustentabilidade ambiental e a justiça social. Nestes desafios destaca-se claramente o papel da tecnologia (quer como fonte do problema, quer como esperança da sua resolução (Beck, 2016)), e, por conseguinte, da engenharia (enquanto criadora da tecnologia) e da economia (enquanto financiadora e exploradora da tecnologia).

Tal como evidenciámos no primeiro capítulo e no enquadramento teórico dos restantes capítulos e artigos, o papel e as consequências da tecnologia, e como tal da engenharia, nas sociedades contemporâneas e até no futuro, motiva fortes debates éticos. Destes debates destaca-se o reconhecimento das consequências que a ação da engenharia produz na sociedade e no meio ambiente, através da tecnologia que desenvolve e constrói. Destaca-se também a relação de subserviência da engenharia à economia e o debate sobre a quem a engenharia serve ou deverá servir. Para muito pensadores, perante os desafios presentes e com o objetivo de salvaguardar o futuro, a engenharia deverá recolocar-se ao serviço da humanidade com vista à

promoção do bem comum e à construção responsável do futuro (Kranzberg, 1986; Silva, 2006; Riley, 2008; Seager, Selinger & Wiek, 2012; Didier & Derouet, 2013; Nussbaum, 2014; Jamisson, Kolmos & Holgaard, 2014;). Esta mudança implica que a engenharia se assuma reflexiva relativamente ao seu papel, aos seus objetivos e sobre quais os valores a partir dos quais esses objetivos são definidos. Esta situação implica reflexão ética, a ponderação contínua entre possíveis objetivos, entre os benefícios e potenciais malefícios e sua valoração, bem como a responsabilidade e consciência das potenciais consequências que possam resultar da ação prática da engenharia. Perante tal mudança, a engenharia assume a sua dimensão ética e responsável, o que fundamenta a necessidade e importância de promover a formação ética dos estudantes dos cursos de engenharia.

Uma vez que está em causa a salvaguarda do futuro através da promoção da sustentabilidade presente e futura, da promoção do bem comum e da construção responsável do futuro, este debate não toma apenas uma dimensão teórica, mas implica a dimensão da ação prática, logo a prática profissional dos engenheiros/as, e como tal a sua formação académica. Nesta perspetiva, as instituições de ensino da engenharia tornam-se elementos fulcrais no processo de debate e reorientação da ação da engenharia em prol do bem comum, uma vez que formam os futuros engenheiros/as.

Tendo em conta a importância vital do referido debate, a investigação a que se reporta este trabalho procurou compreender como é que as instituições de ensino superior portuguesas que lecionam cursos de engenharia incorporam o debate sobre o papel da engenharia no presente e no futuro e a necessidade de formação ética dos seus estudantes. Neste sentido foram feitas três análises distintas, mas complementares, de modo a compreender se este debate está presente no ensino da engenharia em Portugal, e como este está incorporado nos cursos de engenharia. O estudo incluiu a análise das missões assumidas oficialmente pelas instituições de ensino de engenharia, do currículo dos cursos de engenharia e das fichas das unidades curriculares que incorporavam a dimensão da formação ética. O recurso a diferentes fontes de dados permitiu triangular os resultados e assim contribuir para reforçar a fiabilidade e robustez deste estudo (Amado, 2014).

Os resultados permitiram conhecer as concepções dominantes nas instituições de ensino de engenharia portuguesas, e indiretamente do seu corpo docente, relativas:

- ao papel do ensino superior de engenharia;
- ao papel da tecnologia no presente e no futuro;
- ao papel da engenharia, e como tal dos engenheiros/as na sociedade;
- à formação e desenvolvimento ético.

Estas concepções, identificadas na investigação, permitem concluir que a concepção do papel da engenharia que mais está presente no ensino da engenharia em Portugal é da engenharia enquanto ação estritamente técnica e delimitada, e como tal, de neutralidade ética. Nesta visão da engenharia, o seu ensino limita-se à formação técnico-científica e exclui, porque não reconhece a sua necessidade, a formação ética e o debate sobre o papel da engenharia e da tecnologia na sociedade. De forma comparativa, pode-se considerar que o ensino da engenharia se foca no saber projetar, montar e reparar máquinas, bem como calcular a produtividade e eficiência da máquina, bem como os benefícios económicos que esta traz. No entanto, não reflete sobre as consequências que o bom funcionamento dessas máquinas podem trazer aos operários, ao social, ao comportamental, ao ambiental (por exemplo, podem ter como possíveis consequências a perda de postos de trabalho; o aumento da produtividade que se traduzirá em aumento da exploração de recursos naturais e em maior poluição; a diminuição do custo de produção que se traduzirá na venda em larga escala que podem mudar comportamentos individuais e coletivos; ou na concentração da riqueza em grupos económicos específicos ao tornar difícil que pequenos produtores possam fazer concorrência aos grupos que detêm acesso económico às novas tecnologias de produção em larga escala).

A aparente neutralidade da engenharia também não considera o estatuto social e político que a engenharia e os engenheiros/as têm. Estes são vistos e reconhecidos como peritos cujos pareceres influenciam decisões que afetam a vida individual e global, quer no presente, quer no futuro. Um exemplo do poder dos engenheiros e da engenharia, bem como da ampla influência dos seus

pareceres é a opção do recurso à energia nuclear. Este exemplo mostra como o saber técnico-científico da engenharia e os seus pareceres são a fundamentação que justifica oficialmente o uso de tão perigosa tecnologia (Dürr, 1999). No entanto, este mesmo autor questiona se os interesses que estão por trás do uso da energia nuclear são o fornecimento de energia a preços acessíveis às camadas mais pobres da sociedade, ou se são interesses económicos de setores poderosos e específicos que se escondem atrás de pareceres técnicos para ocultar os riscos para o presente, mas especialmente para o futuro. Na continuação desta posição, o autor questiona também a legitimidade de, para benefício (aparente) das gerações presentes, se estar a condenar as futuras gerações a riscos causados, nomeadamente, pelos resíduos nucleares gerados no presente. Beck (2016) salienta ainda a impossibilidade de comunicar e explicar às futuras gerações os perigos que daqui a 10mil anos ainda podem correr devido aos resíduos nucleares. A esta situação acresce ainda o facto dos próprios invólucros em que tais resíduos estão armazenados poderem não durar tanto tempo.

Outro exemplo da não neutralidade da ação técnica da engenharia é descrito por Weisman (2008) e relaciona-se com a construção de linhas de montagem que possibilitaram a produção em série de carros nas indústrias de Henry Ford. Tal produção levou à baixa de preços dos carros, logo à venda em larga escala desse novo bem de consumo, o que implicou maior necessidade de uma matéria-prima que existia nas florestas equatoriais onde habitava um povo nativo (Zápara) que, devido à sobre-exploração da borracha natural e à destruição do seu habitat, foi levado à extinção. Este exemplo mostra como uma ação técnica num determinado tempo e espaço pode conduzir a consequências em locais, domínios e tempos diversos. No entanto, esta não foi a única consequência secundária da produção de carros em linhas de montagem, uma vez que ela teve repercussões em todas as dimensões humanas, sociais e ambientais (Madureira, 2017).

Em síntese, os resultados obtidos evidenciaram uma conceção da engenharia como serviço ao sistema económico e neutral do ponto de vista dos valores. Esta conceção, que sobressaiu nas missões das instituições e na ausência de formação ética na maioria dos currículos dos cursos, reflete a conceção do

corpo docente dos cursos de engenharia, uma vez que são os docentes que intervêm na definição das missões institucionais e na construção curricular. O estudo de Rajadhyaksha (2007) mostra que o envolvimento institucional através da inclusão na missão da instituição do compromisso de formação ética dos seus estudantes, potencia na prática o seu maior desenvolvimento ético. Contudo, será difícil promover uma formação ética abrangente que abarque toda a instituição, se o corpo docente não reconhecer essa necessidade e se empenhar nesse processo. Torna-se, pois, clara a necessidade de se promover, no seio do corpo docente, o debate sobre o papel da própria engenharia e do ensino da engenharia, bem como da formação ética dos estudantes.

5.2- A quem serve a engenharia

Perante a questão '*a quem serve a engenharia?*', a presente investigação evidenciou que a conceção dominante é de que a engenharia serve o sector económico. Nesta conceção da engenharia, a reflexão sobre o debate do papel da engenharia não é relevante, uma vez que os interesses económicos dominantes valorizam a obediência e a lealdade para com os seus interesses (Nobel, 1977), em oposição à reflexão ética e crítica.

Os aspetos que o sector económico mais valoriza são a eficiência, a eficácia, a produtividade, a maximização do lucro, minimização dos custos, a automação, a liderança, a inovação tecnológica, a valorização económica do conhecimento e a investigação orientada (Nobel, 1977; Raworth, 2018). Como a presente investigação mostra, todos estes aspetos estão fortemente presentes nas missões das instituições de ensino de engenharia, em oposição a aspetos que, aparentemente, não contribuem para estes objetivos e de que podem ser exemplo: a análise histórico-reflexiva, a formação ética, a reflexão crítica sobre o próprio papel da engenharia no presente e no futuro, o contributo da engenharia para a promoção do bem comum, a justiça social e a

sustentabilidade ambiental. Nesta linha, o estudo de Monteiro (2017) evidencia que os valores que os estudantes de engenharia (envolvidos no estudo) menos valorizam para a sua atividade profissional incluem a ética e a solidariedade, e o que mais valorizam é a capacidade de trabalhar em equipa.

Lipovetsky (2013: 73) salienta que os interesses económicos do presente se sobrepõem “sobre a atenção em relação às gerações futuras”. Neste sentido, ao formar os estudantes nesta perspetiva de serviço ao sistema económico dominante, o ensino da engenharia torna-se corresponsável na perpetuação, e até intensificação, dos problemas que a sociedade contemporânea enfrenta (ONU, 2016) e que se prevê poderem moldar e limitar de forma irreversível o futuro da humanidade e da biosfera (Dürr, 1999; Jonas, 2015).

Ao limitar o papel da engenharia ao serviço ao sistema económico dominante, o ensino da engenharia presta um mau serviço aos alunos (e à sociedade), por restringir a sua formação e não mostrar outras potencialidades da ação da engenharia, bem como as potenciais facetas negativas que a sua ação pode gerar. Neste âmbito, salienta-se que os estudantes de engenharia envolvidos na investigação de Monteiro, Leite & Rocha (2018c) naturalizavam a relação de serviço da engenharia e tecnologia ao sistema económico, e apresentaram muitas dificuldades em conceber a hipótese de existirem outras possibilidades alternativas, para além do papel tradicional da engenharia servir o sistema económico. No entanto, o estudo a que nos estamos a referir salienta que a naturalização do papel da engenharia como serviço ao sistema económico, aliado à visão do progresso tecnológico como um bem em si mesmo, propicia as condições para que os estudantes de engenharia naturalizem também as consequências nefastas do sistema económico dominante e da própria evolução tecnológica, nomeadamente ao nível ambiental, social e da justiça social. Esta naturalização não fomenta a autorreflexão, a análise crítica e ética, nem a ação transformadora, mas promove o conformismo, o “não há nada a fazer”, tal como referido pelos estudantes envolvidos no estudo acima citado.

Aparentemente este posicionamento coloca a engenharia e os seus profissionais numa posição de neutralidade e passividade, no entanto esta é uma falsa neutralidade, uma vez que ao colaborar e viabilizar a perpetuação e

ampliação do sistema económico dominante, do progresso tecnológico e das suas consequências, a engenharia e os seus profissionais agem de forma ativa e comprometida na construção de um caminho e excluem outros caminhos possíveis. Neste sentido, a engenharia e a sua ação não é neutra, pois escolhe seguir uns valores (por exemplo, o progresso tecnológico ou o crescimento económico como bens em si mesmos, a eficiência ou a produtividade) em detrimento de outros (como por exemplo, o bem comum, a justiça social, o respeito pela natureza).

5.3- O debate sobre o papel da engenharia nos cursos de engenharia

A investigação apresentada neste documento evidencia, no geral, a ausência da presença do debate sobre o papel da engenharia na sociedade nos cursos de engenharia. Constata-se, em congruência, a diminuta presença do debate sobre as potenciais e reais consequências da ação da engenharia nas sociedades (passadas, presentes e eventualmente futuras), vistas a partir de diferentes áreas do saber, isto é, para além da visão técnica da própria engenharia (Kranzberg, 1986; El-Hani, 2006; Nussbaun, 2014).

No entanto, o estudo de Monteiro, Leite & Rocha (2018c) evidenciou que os estudantes de engenharia valorizam como muito importante o debate e conhecimento sobre o papel e as consequências da ação da engenharia na sociedade, bem como o potencial papel que esta pode tomar na resolução dos desafios que a humanidade enfrenta (ONU, 2016). Na opinião dos estudantes que constam do estudo citado, a consciência da vasta influência da ação da engenharia e da tecnologia é necessária e importante: *“a grande influência que a engenharia tem no mundo foi o aspeto mais relevante desta formação, pois tomei consciência do poder que a tecnologia tem para moldar o futuro”*; *“consegui ver o ciclo completo das coisas e perceber que o engenheiro tem mais responsabilidade do que eu imaginava”*; *“Constatei que o constante*

evoluir da tecnologia é "vendido", a nós público em geral, como uma ideia de revolução tecnológica muito positiva na nossa vida. Nesta formação vimos e pesquisamos que nem tudo é bom e vimos uma realidade diferente daquela que nos vendem"; "o aspeto mais relevante e positivo foi termos tido a percepção de que a nossa vida está moldada pela tecnologia".

A não inclusão do debate do papel da engenharia e a sua redução à dimensão de serviço à economia ou da sua visão enquanto restrita ação técnica e neutral, empobrece o ensino e a própria engenharia. Neste sentido, empobrece os próprios estudantes, que se veem privados de uma visão alargada das imensas potencialidades da ação da engenharia, bem como de uma formação ética que promova os alicerces éticos necessários à escolha consciente e fundamentada das opções práticas a seguir com vista à promoção do bem comum.

Empobrece também a própria engenharia ao não valorizar diferentes visões e intencionalidades de ação da engenharia, nomeadamente ao não evidenciar o potencial papel da engenharia em prol da humanidade, da justiça social e do bem comum. Perante tal, o ensino da engenharia torna-se uma prática não inclusiva, que resulta, nomeadamente, na presença minoritária de mulheres nos cursos de engenharia e na sua prática profissional (Silbey, 2016), ou que resulta desta presença minoritária.

Empobrece ainda a humanidade e o seu futuro, por um lado, porque ignora ou finge que não vê os efeitos secundários presentes e futuros que resultam da sua ação em prol da economia e do desenvolvimento tecnológico desumanizante, por outro lado, porque limita a construção do futuro a partir do presente ao não promover a responsabilidade pelo outro, pelo todo, pelo social, económico, político e ambiental.

Neste sentido, a inclusão do debate sobre o papel da engenharia e a necessária formação ética e reflexiva dos seus estudantes, permitirá redirecionar a engenharia para o serviço à humanidade e ao bem comum, quer presente, quer futuro. Esta inclusão potenciará ao ensino da engenharia contribuir para a construção de uma sociedade mais justa e sustentável que pondere eticamente a construção do presente e do futuro.

5.4- Perspetivas de evolução futura

O presente estudo abarcou a análise de 3 conjuntos de documentos oficiais: as missões das instituições de ensino da engenharia, os currículos dos cursos de engenharia e as fichas de unidades curriculares que incluíam componentes de formação ética. No entanto é de supor a existência de diferenças entre os enunciados oficiais e as práticas docentes. Perante tal possibilidade, uma das vertentes de evolução futura da presente investigação versará o estudo das práticas letivas de forma a procurar identificar a presença de formação ética e do debate sobre o papel da engenharia.

Considerando o papel vital do corpo docente na definição de objetivos de formação, e na conceção dos currículos dos cursos e na formação e profissionalização dos diplomados, importa estudar quais são as conceções destes docentes e como estes as incorporam na sua prática docente.

Importa ainda considerar a perspetiva dos estudantes, embora neste ponto tenha já sido iniciada uma investigação que deu origem à publicação de um artigo (Monteiro, Fátima (2017). The Students' Perspective Contribution: Rethink the Ethical Education of Engineering Students. *International Journal of Engineering Pedagogy*. <https://doi.org/10.3991/ijep.v7i2.6819>) Importa, no entanto, prosseguir e aprofundar esta temática.

Tendo este estudo abordado a formação ética dos estudantes de engenharia consideramos relevante promover uma investigação que permita estudar as diversas metodologias didático-pedagógicas de forma a identificar as que potenciam uma formação que promova o desenvolvimento ético dos estudantes. Neste âmbito foram já feitas duas investigações que analisaram o uso de duas diferentes metodologias de ensino/aprendizagem (Monteiro, Fátima, Leite, Carlinda & Rocha, Cristina (2018c). Safeguarding the future: the use of PBL to enhance engineering students' ethical education towards social justice and a sustainable future. Submetido ao *European Journal of Engineering Education*), embora seja necessário prosseguir com este estudo.

Referências

- Albareello, Luc; Digneffe, Françoise; Hiernaux, Jean-Pierre; Maroy, Chistian; Ruquoy & Saint-Georges, Pierre (2011). *Práticas e métodos de investigação em ciências sociais*. Lisboa: Gradiva
- Almeida, Filipe; Seixas, Ana; Gama, Paulo & Peixoto, Paulo (2015). *A fraude académica no ensino superior em Portugal: um estudo sobre a ética dos alunos portugueses*. Coimbra: Imprensa da Universidade de Coimbra
- Allenby, Brad (2011). Rethinking engineering education. Sustainable Systems and Technology (ISSST), *IEEE International Symposium*, 1-5.
- Amado, João (2014). *Manual de investigação qualitativa em educação* (2ªed). Imprensa da Universidade de Coimbra.
- Amaral, Alberto (2009). Tendências recentes dos sistemas de avaliação do ensino superior na Europa. *SÍSIFO – Revista de Ciências da Educação*, 12, 51-62.
- Appolinário, F. (2009). *Dicionário de metodologia científica: um guia para a produção do conhecimento científico*. São Paulo: Editora Atlas.
- Arjoon, Surendra; Turriago-Hoyos, Alvaro & Thoene, Ulf (2018). Virtuousness and the Common Good as a Conceptual Framework for Harmonizing the Goals of the Individual, Organizations, and the Economy. *Journal of Business Ethics* (2018) 147:143–163
- Ashwin, Paul (2014). Knowledge, curriculum and student understanding in higher education. *Higher Education Journal*, 67 (2), 123-126.
- Azevedo, Sebastião. (2013). Da Academia Polytechnica de 1837 à Faculdade de Engenharia de Hoje: 176 anos de estudos superiores de engenharia no Porto. *Newsletter da SPEE*, 5.
- Bardin, Laurence (2014). *Análise de conteúdo*. Lisboa: Edições 70

- Barry, B. & Ohland, M. (2012). ABET Criterion 3.f: how much curriculum content is enough?. *Science And Engineering Ethics*, 18(2), 369-392. doi:10.1007/s11948-011-9255-5
- Batista, Isabel (2005). *Dar rosto ao futuro: a educação como compromisso ético*. Porto: Profedições
- Baudrillard, Jean. (1997). *O Crime Perfeito*. Relógio D'Água.
- Bauman, Zygmunt (2007). *A vida Fragmentada: ensaios sobre a moral pós-moderna*. Relógio d'água.
- Beck, Ulrich (2016). *Sociedade de risco mundial: em busca da segurança perdida*. Lisboa: Edições 70
- Bent-Goodley, Tricia; and Hopps, June (2017). Social Justice and Civil Rights: A Call to Action for Social Work. *Social Work*, 62(1): 5-8.
- Bloom, Allan (2001). *A cultura inculta: ensaio sobre o declínio da cultura geral*. Nem Martins: Publicações Europa-América
- Bloom, B. S. (1981). *All our children learning: A primer for parents, teachers, and other educators*. New York: McGraw-Hill.
- Blue, E.; Levine, M. & Nieusma, D. (2013). Engineering and War: Militarism, Ethics, Institutions, Alternatives. *Synthesis Lectures on Engineers, Technology, and Society*, 7 (3). doi:10.2200/S00548ED1V01Y201311ETS020
- Bobbitt, Franklin (1918). *The Curriculum*. Houghton Mifflin Company. Retrieved from <https://archive.org/details/curriculum008619mbp>
- Brooks, Rodney. (2018). Quem tem medo da inteligência artificial?. *Courrier Internacional*, 38-49
- Carapeto, Carlos & Fonseca, Fátima (2012). *Ética e deontologia – Manual de formação*. OET – Ordem dos Engenheiro Técnicos.

- Carvalho, Helder (2000). Alasdair MacIntyre e o retorno às tradições morais de pesquisa racional. In Oliveira, Manfredo (org). *Correntes fundamentais da ética contemporânea*. Petrópolis: Editora Vozes, 31-64
- Catalano, G. (2006). Promoting Peace in Engineering Education: Modifying the ABET Criteria. *Science and Engineering Ethics*, 12, 399-406
- Cellard, A. (2008). A análise documental. In Poupart, J.; Deslaurier, J; Groulx, L.; Laperrière, A; Mayer, R & Pires, A. *A pesquisa qualitativa: enfoques epistemológicos e metodológicos*. Petrópolis: Editora Vozes.
- Charles, Sébastien. (2013). O individualismo paradoxal. In Lipovetsky, Gilles. (2013). *Os tempos hipermodernos*. Lisboa: Edições 70, 13-49
- Clemente, V., Vieira, R. & Tschimmel, K. (2016). A learning toolkit to promote creative and critical thinking in product design and development through Design Thinking. *2nd International Conference of the Portuguese Society for Engineering Education (CISPEE)*.
- Comissão Europeia (2005). *A Educação para a Cidadania nas Escolas da Europa*. Doi: 10.2797/568514
- Comissão Europeia (2009). *Emprego e crescimento na União Europeia Itinerário para um futuro sustentável*. Retrieved from: file:///C:/Users/F%C3%A1tima/Downloads/DOC_1.pt.pdf
- Comissão Europeia (2014). *Uma Agenda Digital para a Europa*. Retrieved from: file:///C:/Users/F%C3%A1tima/Downloads/digital_agenda_pt.pdf
- Comissão das Comunidades Europeias (2003). *O papel das universidades na Europa do conhecimento*. Retrieved from: <http://www.aafdl.pt/index.php/documentos/bolonha-2006-2007/6-o-papel-das-universidades-na-europa-do-conhecimento/file>
- Conlon, E. & Zandvoort, H. (2011). Broadening ethics teaching in engineering: Beyond the individualistic approach. *Science & Engineering Ethics*, 17(2), 217-232. doi: 10.1007/s11948-010-9205-7

- Conlon, E. (2013). Broadening engineering education: bringing the community in: commentary on "social responsibility in French engineering education: a historical and sociological analysis". *Science & Engineering Ethics*, 19(4), pp.1589-1594. doi: 10.1007/s11948-013-9476-x
- Connell, Rolland. (1999). *Escuelas e justicia social*. Madrid: Ediciones Morata.
- Conselho da Europa (2004). *Ano europeu da cidadania pela educação - 2005 - Documento de orientação*. Retrieved from: <https://infoeuropa.eurocid.pt/files/database/000034001-000035000/000034747.pdf>
- Council of Europe (2006). *Higher Education and Democratic Culture: Citizenship, Human Rights and Civic Responsibility – Declaration* Strasbourg June 2006
- Council of Europe (2008). *Higher Education and Democratic Culture: Citizenship, Human Rights and Civic Responsibility* (higher education series No.8)
- Coutinho, Clara (2014). *Metodologia de investigação em ciências sociais e humanas – Teoria e prática*. Almedina.
- Davis, J., Ruhe, M. Lee & U. Rajadhyaksha. (2007). Mission possible: Do school mission statements work?. *Journal of Business Ethics*, 70, 99–110.
- Davis, M. & Feinerman, A. (2012). Assessing graduate student progress in engineering ethics. *Science & Engineering Ethics*, 18(2), 351-367. doi: 10.1007/s11948-010-9250-2
- Decreto-Lei n.º 205/2009 - *Estatuto da Carreira Docente Universitária* (ECDU). Diário da República.
- Diamandis, Peter (2015). *Ray Kurzweil's Mind-Boggling Predictions for the Next 25 Years*. online: Retrieved from: <https://singularityhub.com/2015/01/26/ray-kurzweils-mind-boggling-predictions-for-the-next-25-years/#sm.0000dfqphg1dipffcphwb8fzfwrkp>

- Diário de Coimbra (2003). Um terço dos universitários falta às aulas devido à ressaca. *Diário de Coimbra* de 1 de Maio de 2003
- Didier, C. & Derouet, A. (2013). Social Responsibility in French Engineering Education: A Historical and Sociological Analysis. *Science & Engineering Ethics*. 19, 1577–1588. DOI 10.1007/s11948-011-9340-9
- Domingos, P. (2017). *A Revolução do Algoritmo Mestre: Como a aprendizagem automática está a mudar o mundo*. Lisboa: Manuscrito Editora
- Driel, Jan, Verloop, Nico, Werven, H. & Dekkers, Hetty (1997). Teachers' craft knowledge and curriculum innovation in higher engineering education. *Higher Education Journal*, 34 (1), 105-122.
- Dubreuil, B. (2007). *Imaginário Técnico e Ética Social: ensaio sobre o ofício de engenheiro*. Lisboa : Instituto Piaget.
- Durham, Eunice (1989). *A autonomia universitária: o princípio constitucional e suas implicações*. NUPES - Núcleo de Pesquisas sobre Ensino Superior. Retrieved from <http://nupps.usp.br/downloads/docs/dt8909.pdf>
- Dürr, Hans-Peter (1999). *Da ciência à ética: a física moderna e a responsabilidade do cientista*. Lisboa: Instituto Piaget
- ECDESP (2010). Decreto-Lei n.º 185/81 – Estatuto da Carreira Docente do Ensino Superior Politécnico (ECDESP). *Diário da República*.
- Ehrlich, T. (2000). *Civic responsibility and higher education*. American Council on Education e Oryx Press.
- EHEA (2005). *Conferência de Bergen: The European Higher Education Area - Achieving the Goals Communiqué of the Conference of European Ministers Responsible for Higher Education*, Bergen, 19-20 May 2005
- El-Hani, C. N. (2006). Notas sobre o ensino de história e filosofia das ciências na educação científica de nível superior. in: Silva, C. C. (Org.). *História e Filosofia da Ciência no Ensino de Ciências: Da Teoria à Sala de Aula*. São Paulo (Brasil): Editora Livraria da Física, 3-21.

- European Ministers of Education (1999). *The Bologna declaration - Joint declaration of 19 June 1999*. Retrieved from http://www.eua.be/eua/jsp/en/upload/OFFDOC_BP_bologna_declaration.1068714825768.pdf
- Felber, Christian (2017). *A economia do bem comum*. Queluz de Baixo: Editorial Presença
- Fernandes, Preciosa (2011). *O Currículo do ensino básico em Portugal: Políticas, perspetivas e desafios*. Porto Editora.
- Ferreira, J. (2013). *O Que Nos Leva a Ser Morais? A Psicologia da Motivação Moral*. Climepsi Editores.
- Ferry, Luc (2016). *La révolution transhumaniste*. Paris: Édition Plon
- Figueiredo, A. (2010). A geração 2.0 e os novos saberes. *Seminário 'Papel dos Media' das Jornadas "Cá Fora Também se Aprende"*. Conselho Nacional de Educação.
- Figueiredo, Nélia (2007). *Método e metodologia na pesquisa científica*. São Paulo: Yendis Editora.
- Finelli, C., Holsapple, M., Eunjong R., Bielby, R., Burt, B., Carpenter, D. & Sutkus, J. (2012). An assessment of engineering students' curricular and co-curricular experiences and their ethical development. *Journal of Engineering Education*, 101(3), 469-494.
- Freire, Paulo (1994). *Pedagogia do Oprimido* (23ªed). São Paulo: Editora Paz e Terra. Retrieved from <http://bibliotecauergs.blogspot.pt/2011/05/livros-de-paulo-freire-disponiveis-para.html>
- Franklin, Daniel. (2017). *Megatech: as grandes inovações do futuro*. Lisboa: Clube do Autor
- Ganascia, Jean-Gabriel. (2018). *O mito da singularidade: devemos temer a inteligência artificial?*. Lisboa: Círculo de Leitores

- Gambôa, Rosário (2004). *Educação, ética e democracia: a reconstrução da modernidade em John Dewey*. Porto: Edições ASA
- Gehlen, Arnold. (1960). *A alma na era da técnica*. Lisboa: Livros do Brasil
- Giddens, Anthony (1998). *As Consequências da Modernidade*. Celta Editora.
- Gil-Pérez, Daniel; Montoro, Isabel; Alís, Jaime; Cachapuz, António & Paria, João. (2001). Para uma imagem não-deformada do trabalho científico. *Ciência & Educação*, 7(2), 125-153.
- Globo Natureza (2012). Mais 400 espécies são adicionadas à lista global de ameaçadas de extinção. *Globo Natureza*, online: <http://g1.globo.com/natureza/noticia/2012/10/mais-400-especies-sao-adicionadas-lista-global-de-ameacados-de-extincao.html>
- Goleman, Daniel (2009). *Inteligência emocional*. Lisboa: Círculo de Leitores
- González, Julia & Wagenaar, Robert (2008). *Universities' contribution to the Bologna Process: an introduction*. online: file:///D:/F%C3%A1tima/PDCE%20Fatima/Escrita%20da%20TESE/ENGLISH_BROCHURE_FOR_WEBSITE_tunning%20project.pdf
- Gore, Al. (2015). *O Futuro: seis forças que irão mudar o mundo*. Coimbra: Conjuntura Atual Editora
- Goodson, Ivor (1991). La construcción social del currículum. Posibilidades y ámbitos de investigación de la historia del currículum. *Revista de Educación*, 295, 7-37
- Guerra, Franklin (1986). História sumária da engenharia em Portugal até ao fim do século XIX. In *História e desenvolvimento da ciência em Portugal - Vol II*. Publicações do II Centenário da Academia das Ciências de Lisboa. Lisboa.1986.
- Guerra, Isabel (2010). *Pesquisa qualitativa e análise de conteúdo: sentidos e formas de uso*. Editora Príncípia.

- Habermas, Jürgen. (1994). *A técnica e a ciência como “ideologia”*. Lisboa: Edições 70
- Hansen, T. (ed.). (2002). *The Role of Philosophy of Science and Ethics in University Science Education*. Göteborg: NSU Press, 23-44.
- Harari, Y. (2017). *Homo Deus: História breve do amanhã*. Amadora: Elsinor
- Huang, Futao (2015). Teaching and curriculum development in mass and universal higher education. In Shin, Jung C., Postiglione, Gerard A., Huang, Futao (Eds). *Mass higher education development in east Asia*. (pp. 94-101). Springer International Publishing.
- Imagínario, Luís & Castro, José (2011). *Psicologia da formação profissional e da educação de adultos – Passos passados, presentes e futuros*. Porto: Livpsic.
- Ings, Simon (2017). *Estaline e os cientistas: uma história de triunfo e tragédia (1905-1953)*. Lisboa: Círculo de Leitores
- International Association of Universities (2012). *IAU-MCO Guidelines for an Institutional Code of Ethics in Higher Education*. online: https://www.iau-aiu.net/IMG/pdf/ethics_guidelines_finaldef_08.02.13.pdf
- Jacoby, Barbara (2009). Civic engagement in today's higher education: an overview, In Jacoby, Barbara (org). *Civic engagement in higher education: concepts and practices*. (pp. 5-30). Jossey-Bass Books.
- Jacoby, Barbara & Hollander, Elisabeth (2009). Securing the future of civic engagement in higher education. In Jacoby, Barbara (org). *Civic engagement in higher education: concepts and practices*. (pp. 227-249). Jossey-Bass Books..
- Jamisson, Kolmos & Holgaard (2014) Hybrid Learning: An Integrative Approach to Engineering Education. *Journal of Engineering Education*, 103(2), 53–273

- Johnston, S., Lee, A. & McGregor, H. (1996). Engineering as a captive discourse. *Techné: Research in Philosophy and Technology* 1(3/4): 128-136. doi: 10.5840/techne199613/413
- Jonas, H. (2015). *El principio de responsabilidade: ensayo de una ética para la civilización tecnológica*. Herder Editorial. Barcelona.
- Keen, S. (2006). A Theory of Narrative Empathy. *Narrative*, 14(3)
- Kelly, Kevin. (2012). *Para Onde nos Leva a Tecnologia*. Porto Alegre: Bookman
- King, Patricia & Mayhew, Matthew (2002). Moral Judgement Development in Higher Education: Insights from the Defining Issues Test. *Journal of Moral Education*, 31 (3), 247-270.
- Knoch, M. (2004). A importância do estudo da ética no ensino superior: Uma reflexão epistemológica. *Interações: Sociedade e as Novas Modernidades* (7), 81-95
- Kranzberg, M. (1986). Technology and History: "Kranzberg's Laws". *Technology and Culture*, 27 (3), 544-560
- Krastev, I. (2017). Futuros majoritários. In H. Geiselberger (Ed.), *O grande Retrocesso: um debate internacional sobre as questões do nosso tempo*. Lisboa: Penguin Random House
- Kurzweil, Ray (2000). *The Age of Spiritual Machines: When Computers Exceed Human Intelligence*. Penguin Group
- Lacroix, Michel (1999). *O Princípio de Noé ou a Ética da Salvaguarda*. Instituto Piaget.
- La Taille, Yves de (2006). *Moral e ética: dimensões intelectuais e afetivas*. São Paulo: Artemed Editora.
- Lei n.º 46/86 - Lei de Bases do Sistema Educativo. *Diário da República*.
- Lei n.º 115/97 – alteração à Lei de Bases do Sistema Educativo. *Diário da República*.

Lei n.º 49/2005 – alteração à Lei de Bases do Sistema Educativo. *Diário da República*.

Lei nº 62/2007 - Regime jurídico das instituições de ensino superior. *Diário da República*.

Leite, Carlinda (2002). *O Currículo e o multiculturalismo no sistema educativo português*. Fundação Calouste Gulbenkian

Leite, Carlinda (2003). *Para uma escola curricularmente inteligente*. Edições ASA

Leite, Carlinda (2011). Questões do currículo no ensino universitário: O que distingue a organização e o desenvolvimento do currículo deste nível de ensino?. In Leite, Carlinda, Pacheco, José, Moreira, António & Mouraz, Ana (2011). *Políticas, fundamentos e práticas do currículo* (pp.278-287). Porto Editora.

Leonhard, Gerd (2017). *Tecnologia versus Humanidade: o confronto futuro entre a máquina e o Homem*. Lisboa: Gradiva

Lessaed-Hérbert, Michelle, Goyette, Gabriel & Boutin, Gérald (1994). *Investigação qualitativa: fundamentos e práticas*. Lisboa: Instituto Piaget

Levinas, Emmanuel. (2007). *Ética e Infinito*. Lisboa: Edições 70

Levine, Peter (2015). *The future of democracy: Developing the next generation of American citizens*. Tufts University Press

Lipovetsky, Gilles. (2013). *Os tempos hipermodernos*. Lisboa: Edições 70

Lüdke, Menga & André, Marli (1986). *Pesquisa em Educação: abordagens qualitativas*. São Paulo: EPU.
https://issuu.com/grupogen/docs/pesquisa_em_educa____o

Madureira, Daniel (2017). *No Design, No Desire: Elementos para o estudo do Design Automóvel*. (MasterThesis) FLUP, Universidade do Porto

Magalhães, António (2006). A identidade do ensino superior: a educação superior e a universidade. *Revista Lusófona de Educação*, 7, 13-40

- Magna Charta Observatory (2010). Making the Magna Charta Values Operational: Theory and Practice. *Proceedings of the Conference of the Magna Charta Observatory*
- Mason, Terrence, Arnove, Robert & Sutton, Margaret (2001). Credits, curriculum, and control in higher education: Cross-national perspectives. *Higher Education Journal*, 42 (1), 107-137
- Matos, A. e Diogo, M. (2002). A afirmação da engenharia em Portugal ao longo do século XIX. In Brito, J.; Heitor, M. e Rollo, M. (2002). *Engenho e Obra*. Publicações D. Quixote. pp. 25-29.
- Menezes, Isabel (1995). *Educação cívica em Portugal – estudo preliminar*. Instituto de Inovação Educacional.
- Mesquita, Diana, Flores, Maria & Lima, Rui (2011). Contributos para uma Análise dos Planos Curriculares de Formação no Ensino Superior. O Caso da Engenharia e Gestão Industrial em Portugal. CIEd. *Actas do Congresso Ibérico/ 5º Encontro do GT-PA*, ISBN: 978-989-8525-02-4 511
- Monteiro, Fátima (2017). The students' perspective contribution: rethink the ethical education of engineering students. *International Journal of Engineering Pedagogy*, 7(2), <https://doi.org/10.3991/ijep.v7i2.6819>
- Monteiro, Fátima; Leite, Carlinda & Rocha, Cristina (2016a). Ethics and Civic Education in the Curriculum of Portuguese Power Engineering courses. *Proceedings of 51st International Universities Power Engineering Conference*, 6-9 September 2016, Coimbra, Portugal
- Monteiro, Fátima; Leite, Carlinda & Rocha, Cristina (2017a). Analysis of European Union documents in the field of ethical and civic education in higher education. *Proceedings of EAIR 39th Annual Forum in Porto*, Portugal, 3 till 6 September 2017
- Monteiro, Fátima; Leite, Carlinda & Rocha, Cristina (2017b). The engineering social role conception promoted in the engineering courses' advertising: looking from the point of view of gender diversity. Artigo submetido ao *Journal of Women and Minorities in Science and Engineering*

- Monteiro, Fátima; Leite, Carlinda & Rocha, Cristina (2017c). The influence of engineers' training models on ethics and civic education component in engineering courses in Portugal. *European Journal of Engineering Education*. 42:2, 156-170, DOI: 10.1080/03043797.2016.1267716
- Monteiro, Fátima; Leite, Carlinda & Rocha, Cristina (2018a). From the dominant engineering education perspective to the aim of promoting service to humanity and the common good: the importance of rethinking engineering education. *European Journal of Engineering Education*. DOI: 10.1080/03043797.2018.1435630
- Monteiro, Fátima; Leite, Carlinda & Rocha, Cristina (2018b). Ethical education as a pillar of the future role of higher education: analysing its presence in the curricula of engineering courses. *Futures*, <https://doi.org/10.1016/j.futures.2018.02.004>
- Monteiro, Fátima; Leite, Carlinda & Rocha, Cristina (2018c). Safeguarding the future: the use of PBL to enhance engineering students' ethical education towards social justice and a sustainable future. Submetido ao *European Journal of Engineering Education*
- Monteiro, Fátima (2018). The importance given to the ethics education of engineering students in the academic production and dissemination. Submetido ao *3rd International Conference of the Portuguese Society for Engineering Education (CISPEE 2018)*, 27-29 Junho, University of Aveiro, Portugal
- Moore, J. (2005). Is Higher Education Ready for Transformative Learning? A Question Explored in the Study of Sustainability. *Journal of Transformative Education*, 3(1), pp 76-91
- Morgado, José (2011). Ensino superior e(m) mudança: Perspetivas e (im)possibilidades. In Leite, Carlinda, Pacheco, José, Moreira, António & Mouraz, Ana. *Políticas, fundamentos e práticas do currículo* (pp. 297-308). Porto Editora
- Morin, Edgar (1994). *Ciência com Consciência*. Publicações Europa-América

- Musil, Caryn (2009). Educating students for personal and social responsibility: the civic learning spiral. In Jacoby, Barbara (org). *Civic engagement in higher education: concepts and practices* (pp. 49-68). Jossey-Bass Books.
- Nilsson, L. (2015). How to Attract Female Engineers. *The New York Times online*:https://www.nytimes.com/2015/04/27/opinion/how-to-attract-female-engineers.html?emc=edit_tnt_20150427&nid=62207479&tntemail0=y&r=3
- Noble, D. (1977). *America by design: science, technology, and the rise of corporate capitalism*. Knopf. ISBN 0394499832
- Nussbaum, Martha. (2014). *Educação e justiça social*. Mangualde: Edições Pedago
- Norberg, Johan. (2017). *Progresso: dez razões para ter esperança no futuro*. Lisboa: Círculo de Leitores
- O'Banion, Terry (2010). Focus on learning: The core mission of higher education. In O'Banion, Terry & Cynthia Wilson (ed). *Focus on learning: A learning college reader* (pp. 3-8). League for innovation. Retrieved from: http://www.jsu.edu/redballoon/docs/1O_Banion-Focus_on_Learning_Final.pdf
- Oliveira, Manfredo (org). (2000). *Correntes fundamentais da ética contemporânea*. Petrópolis: Editora Vozes
- Oliveira, L. & Afonso, J. (2016). A ética como objeto de ensino. In Almeida, F., Seixas, A., Gama, P., Peixoto, P. & Esteves, D. (coord). *Fraude e Plágio na Universidade*. Coimbra University Press. pp 145-152.
- ONU. (1999). *Declaração e Programa de Ação sobre uma Cultura de Paz - 53/243*. Retrieved from: <http://www.comitepaz.org.br>
- ONU (2016). *17 Sustainable Development Goals (SDGs) of the 2030 Agenda for Sustainable Development*. Retrieved from: <http://www.un.org/sustainabledevelopment/sustainable-development-goals/>

- Ordem dos Engenheiros (2014). *Programa de formação*. Retrieved from: http://www.oern.pt/documentos/movimento_associativo/Etica_2014_2.pdf
- Ordem dos Engenheiros (2002). *Código Deontológico* (ordem dos Engenheiros). Retrieved from: http://www.esac.pt/noronha/etica/PDF/OE_deontologia.pdf
- Ozdem, G. (2011). An Analysis of the Mission and Vision Statements on the Strategic Plans of Higher Education Institutions. *Educational Sciences: Theory and Practice*, 11(4): 1887-1894.
- Pacheco, José (org) (1999). *Componentes do processo de desenvolvimento do currículo*. Livraria Minho.
- Peinado, M. (2001). Educación para la paz en el nuevo milénio. In Pureza, J. (org) *Para uma cultura da paz*. (pp. 105-126). Coimbra: Edições Quarteto.
- Perrenet, J., Bouhuijs, P. & Smits, J. (2010). The Suitability of Problem-based Learning for Engineering. *Journal Teaching in Higher Education*, 5(3), 345-358
- Pešec, B. & Petković, Z. (2014). Assessing higher education students ethicality. *Procjena Eticnosti Studenata*, 12(3), 263-269. doi: 10.7906/indec.12.3.6
- Phillips, Bernard (1974). *Pesquisa social: estratégias e táticas*. Rio de Janeiro: Agir Editora.
- Pinto, Marisa (2012). *Precisam-se de Mulheres nos Cursos de Tecnologia*. Retrieved from: <https://pplware.sapo.pt/informacao/precisam-se-de-mulheres-nos-cursos-de-tecnologia/>
- Pires, Laura (2007). *Ensino Superior: da ruptura à inovação*. Universidade Católica Editora.
- Pivatto, Pergentino (2000). Ética da alteridade. In Oliveira, Manfredo (org). *Correntes fundamentais da ética contemporânea*. (pp. 79-98). Petrópolis: Editora Vozes.

- Posada, Ruth & Arango, Alejandro (2011). Currículo crítico en la formación ciudadana. *Educere*, 15 (52), 621-628.
- Postman, Neil. (2002). *O fim da educação: redefinindo o valor da escola*. Relógio D'água
- Público (2011). Metade dos alunos admite já ter plagiado. *Jornal Público* de 19-09-2011. Retrieved from: <http://aulp.org/noticias/revista-de-imprensa/ensino-superior/396-conferencia-liderar-em-tempo-de-crise->
- Ramos, Kátia (2010). *Reconfigurar a profissionalidade docente universitária: um olhar sobre ações de atualização pedagógico-didática*. Universidade do Porto Editorial.
- Rasoal, C., Danielsson, H. & Jungert, T. (2012). Empathy among students in engineering programmes. *European Journal of Engineering Education*, 37(5), 427-435.
- Raworth, Kate. (2018). *Economia Donut: sete formas de pensar como um economista do século XXI*. Lisboa: Círculo de Leitores
- Rego, A. & Braga, J. (2014). *Ética para engenheiros*. Lisboa: Lidel– edições técnicas.
- Rieckmann, M. (2012). Future-oriented higher education: Which key competencies should be fostered through university teaching and learning?. *Futures*, 44 (2), 127–135
- Riley, D. (2008). Engineering and Social Justice. In Baillier, C. (2008). *Synthesis Lectures on Engineers, Technology, and Society*. doi:10.2200/S00117ED1V01Y200805ETS007
- Rocha, C. and Silva, S. (2007). Raparigas e rapazes no ensino superior em Portugal e no final dos anos 90. *Educação, Sociedade & Culturas*, 25, 169-182.
- Rodrigues, M. (1999). *Os engenheiros em Portugal: profissionalização e protagonismo*. Celta Editora. Oeiras.

- Roe, Emery (1994). *Narrative policy analysis: Theory and practice*. Duke University Press.
- Ross, Alec. (2016). *As indústrias do futuro*. Coimbra: Conjuntura Atual Editora
- Rovira, J. (2003). *Prácticas Morales - Una Aproximación a la educación moral*. Barcelona: Ediciones Paidós Ibérica
- Ruiz, Juan (2005). *Construir el currículum global: outra enseñanza en la sociedad del conocimiento*. Ediciones ALJIBE
- Sachs, Jeffrey (2017). *A era do desenvolvimento sustentável*. Lisboa: Conjuntura Atual Editora.
- Sacristán, J. (1991). *El currículum: una reflexión sobre la práctica*. Madrid: Ediciones Morata.
- Sacristán, J. (2010). Qué significa el currículum?. *Sinéctica*, 34. Retrieved from http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1665-109X2010000100009
- Sacristán, J. (2013). A Função aberta da obra e do currículo. In Sacristán, José (org). *Saberes e incertezas sobre o currículo* (pp. 9-14). Penso Editora.
- Santos, Boaventura. (2010a). *Um discurso sobre as ciências*. Porto: Edições Afrontamento
- Santos, Boaventura (2010b). The Role of Universities as Promoters of Values in Making the Magna Charta Values Operational Theory and Practice. *Proceedings of the Conference of the Magna Charta Observatory*
- Santos, José (2012). *Introdução à ética*. Lisboa: Edições Documenta.
- Santos, Theotonio. (1987). *Revolução científica técnica e acumulação do capital*. Petrópolis: Editora Vozes
- Santomé, J. (2011). *La justicia curricular: El caballo de Troya de la cultura escolar*. Madrid: Morata.

- Sá-Silva, Jackson; Almeida, Cristóvão & Guindani, Joel. (2009). Pesquisa documental: pistas teóricas e metodológicas. *Revista Brasileira de História & Ciências Sociais*, 1(1)
- Seager, Thomas; Selinger, Evan & Wiek, Arnim. (2012). Sustainable engineering science for resolving wicked problems. *Journal of Agricultural and Environmental Ethics*, 25 (4), 467-484
- Schexnayder, C. & Anderson, S. (2011). Construction Engineering Education: History and Challenge. *Journal of Construction Engineering and Management*, vol.137, n.10.
- Schumacher, E. (1973). *Small Is Beautiful: A Study of Economics As If People Mattered*. London: Vintage Books
- Shay, Suellen (2014). Curriculum in higher education: Beyond false choices. In Gibbs, Paul & Barnett, Ronald (Eds.). *Thinking about Higher Education* (pp. 139-156). Springer International Publishing.
- Silbey, S. (2016). Why Do So Many Women Who Study Engineering Leave the Field?. *Harvard Business Review Digital Articles*, 2-6.
- Silva, C. (2006). *História e Filosofia da Ciência no Ensino de Ciências: da teoria à sala de aula*. São Paulo (Brasil): Editora Livraria da Física.
- Silveira, M. (2005). *A formação do engenheiro inovador: uma visão internacional*. Rio de Janeiro: PUC-Rio, Sistema Maxwell.
- Sousa, Américo (2004). *O Homen.com medo de si próprio: ética versus tecnologia*. Editora Estratégias Criativas
- Spiezio, Kim (2009). Engaging general education. In Jacoby, Barbara (org). *Civic engagement in higher education: concepts and practices* (pp. 85-98). Jossey-Bass Books
- Stephan, Karl, Michael, Katina, Michael, M., Jacob, Laura & Anesta, Emily (2012). Social implications of technology: the past, the presented, and the future. *Proceedings of the IEEE*, 100, p.1752-1781

- Stiglitz, Joseph. (2018). *O fim da desigualdade: sociedades desiguais e como as mudar*. Lisboa: Bertrand Editora.
- Sunthonkanokpong, W. (2011). Future global visions of engineering education. *Procedia Engineering*, 8, 160-164
- Trainor, Stephen (1986). The link: Addressing the problems of higher education through the core curriculum. *Innovative Higher Education Journal*, 10 (2), 94-101.
- Tyler, Ralph (1978). *Princípios básicos de currículo e ensino*. Rio de Janeiro: Editora Globo
- UNESCO (2017) *Education for Sustainable Development Goals Learning Objectives*. Paris: United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization
- UNESCO (1998). Declaração mundial sobre educação superior no século XXI: Visão e ação. *Conferência Mundial sobre Educação Superior – Paris*. Retrieved from <http://www.direitoshumanos.usp.br/index.php/Direito-a-Educa%C3%A7%C3%A3o/declaracao-mundial-sobre-educacao-superior-no-seculo-xxi-visao-e-acao.html>
- UNESCO (2000). *O direito à educação – uma educação para todos durante toda a vida*. Edições Asa
- Varela, B. (2011). *Concepções, práxis e tendências de desenvolvimento curricular no ensino superior público em Cabo Verde : um estudo de caso sobre a Universidade de Cabo Verde*. (doctoralThesis). Universidade do Minho. Retrieved from <http://hdl.handle.net/1822/19988>
- Vaughan, Adam (2015). One in six of world's species faces extinction due to climate change – study. *The Guardian*, online: <https://www.theguardian.com/environment/2015/apr/30/one-in-six-of-worlds-species-faces-extinction-due-to-climate-change-study>
- Veiga, Ilma (org.) (1998). *Projeto político-pedagógico da escola: uma construção possível*. Campinas: Papirus Editora.

- Velcoff, J. and J. Ferrari. (2006). Perceptions of university mission statement by senior administrators: Relating to faculty engagement. *Christian Higher Education*, 5, 329-339.
- Verrax, F. (2017). Engineering ethics and post-normal science: A French perspective. *Futures*, 91, 76–79
- Walther, Joachim, Miller, Shari & Sochacka, Nicola (2017). A Model of empathy in engineering as a core skill, practice orientation, and professional way of being. *Journal of Engineering Education*, 106(1), 123-148
- Weisman, Alan. (2008). *O mundo sem nós*. Cruz Quebrada: Estrela Polar
- Wisnioski, M. (2015). What's the Use? History and Engineering Education Research. *Journal of Engineering Education*, 104 (3), 244–251. <http://wileyonlinelibrary.com/journal/jee>. DOI 10.1002/jee.20075
- Wootton, David. (2017). *A invenção da Ciência: nova história da revolução científica*. Lisboa: Círculo de Leitores
- Yin, Robert (2001). *Estudo de caso: Planejamento e métodos* (2ªed). São Paulo: Artemed Editora.
- Young, Michael (2010). *Conhecimento e currículo: do socioconstrutivismo ao realismo social na sociologia da educação*. Porto Editora.
- Ziman, J. (2002). Getting scientists to think about what they are doing. In Hansen, T. (ed.). *The Role of Philosophy of Science and Ethics in University Science Education*. Göteborg: NSU Press, 23-44.